

Gönderim Tarihi: 31 Temmuz 2025

Kabul Tarihi: 12 Ekim 2025

Okul Öncesi Dönemde Sayı Hissi Araştırmalarına Yönelik Bibliyometrik Bir Analiz (1999-2025)

A Bibliometric Analysis of Number Sense Research in the Preschool Period (1999-2025)

Nuran Tutkun¹

¹Bağımsız Araştırmacı, İstanbul, Türkiye, e-mail: nurantutkun@hotmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7588-7839>

Sorumlu Yazar: Nuran Tutkun, e-mail: nurantutkun@hotmail.com

Öz

Sayı hissi, çocukların erken matematiksel düşünme becerilerinin temelini oluşturmakta ve ileriki akademik başarılarını önemli ölçüde etkilemektedir. Bu çalışma, okul öncesi dönemde sayı hissi (number sense) alanında yapılan bilimsel yayınları bibliyometrik yöntemle inceleyerek, alanın gelişimsel eğilimlerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Web of Science (WoS) veri tabanında “number sense” ile birlikte okul öncesine ilişkin terimlerin (“preschool”, “pre-k”, “early childhood”, “pre-school”, “kindergarten”, “pre-kindergarten” ve “nursery school”) başlık, özet ve anahtar kelime alanlarında taranmasıyla elde edilen 345 çalışma analiz kapsamına alınmıştır. 1999-2025 yılları arasındaki yayınları kapsayan çalışma, VOSviewer yazılımı aracılığıyla anahtar kelime eşleşmeleri, ortak atıf ve yazar iş birliği gibi parametreler üzerinden değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, sayı hissi araştırmalarının erken dönemlerde daha çok çevresel ve gelişimsel faktörlere odaklandığını; zamanla bilişsel ve dilsel süreçlere yöneldiğini göstermektedir. Türkiye’de özellikle 2020 sonrası bu alandaki bilimsel üretimin arttığı ve okul öncesi döneme yönelik çalışmaların daha görünür hâle geldiği saptanmıştır. Sonuç olarak, sayı hissi çok boyutlu bir beceri olarak değerlendirilmekte ve bu alandaki gelecek araştırmaların hem kuramsal hem de uygulamalı bağlamda daha etkili tasarımlar içermesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bibliyometrik Analiz, Okul Öncesi, Sayı Hissi.

Abstract

Number sense constitutes the foundation of children's early mathematical thinking skills and plays a crucial role in their subsequent academic achievement. This study aims to identify developmental trends in the field by analyzing scientific publications on number sense during the preschool period using bibliometric methods. A total of 345 studies were included in the analysis by searching the Web of Science (WoS) database using the keyword “number sense” in combination with preschool-related terms (“preschool,” “pre-k,” “early childhood,” “pre-school,” “kindergarten,” “pre-kindergarten,” and “nursery school”) in the title, abstract, and keyword fields. The dataset spans publications from 1999 to 2025 and was analyzed using VOSviewer software based on parameters such as keyword co-occurrence, co-citation, and author collaboration. The findings reveal that earlier studies on number sense predominantly emphasized environmental and developmental factors, whereas more recent research has increasingly focused on cognitive and linguistic aspects. The results also highlight a marked rise in scholarly output from Turkey, particularly after 2020, with a growing emphasis on preschool-centered investigations. Therefore, number sense is conceptualized as a multidimensional construct, and it is suggested that future research adopt more robust designs in both theoretical and applied contexts.

Keywords: Bibliometric Analysis, Number Sense, Preschool.



Tutkun, N. (2025). A Bibliometric Analysis of Number Sense Research in the Preschool Period (1999–2025). *Anatolian Turkish Journal of Education*, 7(2), 262-280. <https://doi.org/10.29329/ated.2025.1388.6>



Giriş

Sayı hissi, bireyin sayılar ve işlemlerle ilgili kavramları anlamlandırarak bu kavramlar arasında esnek, anlamlı ve etkili bir biçimde ilişki kurabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Howden, 1989; McIntosh vd., 1992). Sayı hissi, sadece akademik başarıyla sınırlı olmayan, bireyin günlük yaşamda karşılaştığı sayısal durumları değerlendirme, mantıklı kararlar alma ve etkili stratejiler geliştirme gibi temel yaşam becerileriyle doğrudan ilişkilidir (Şengül, 2013; Whitehead ve Hawes, 2023).

Sayılar, bilimden sanata, ekonomiden iletişime kadar insan yaşamının birçok alanında temel bir role sahiptir (Babacan, 2018). Bu nedenle, sayı kavramının anlaşılması ve sayı hissini erken yaşlardan itibaren geliştirilmesi, bireyin hem akademik hem de yaşam başarısını etkileyen önemli bir süreçtir. Literatürde sayı hissi; tahminde bulunma, zihinsel işlemler yapma, sayısal büyüklükleri değerlendirme, farklı temsiller arasında geçiş yapabilme, esnek stratejiler geliştirme ve hesaplamaların doğruluğunu yargılama gibi çok boyutlu becerilerle ilişkilendirilmiştir (Gersten ve Chard, 1999; Van de Walle vd., 2013; Kayhan Altay, 2010; Parrish, 2010). Sayı hissine sahip bireyler, rutin ve kuralcı işlemler yapmak yerine, problem çözmede yaratıcı ve esnek çözüm yollarını tercih eder, alternatif stratejiler geliştirir ve çözümlerini mantık süzgecinden geçirerek değerlendirirler (Reys ve Yang, 1998; Şahin, 2018). Bu bağlamda, sayı hissi yalnızca matematiksel bir yetkinlik değil; aynı zamanda eleştirel düşünme, karar verme, yeni çözüm yolları keşfetme gibi bilişsel süreçleri destekleyen bir beceridir (Gülbağcı-Dede, 2015; Harç, 2010; Peker, 2019). Kayhan Altay (2010), sayı hissini; ezberci yaklaşımdan uzak, sayıları anlamaya ve anlamlı şekilde kullanmaya dayalı bir düşünme biçimi olarak tanımlarken; Dolma (2002) sayı hissini, sezgisel temelli zihinsel eylemler bütünü olarak görmektedir.

Sayı hissine sahip bireyler, hesaplamalarda en etkili stratejiyi seçebilir, aritmetik hataları fark edebilir ve sayılar arasındaki ilişkileri kavrayarak hızlı ve mantıklı çıkarımlarda bulunabilir (Howden, 1989; NCTM, 2020). Bu özellikler, bireylerin hem matematiksel başarılarını artırmakta hem de matematiğe karşı tutumlarını olumlu yönde etkilemektedir (Dyson vd., 2013; Yang ve Wu, 2010). Uluslararası literatürde ise McIntosh, Reys ve Reys (1992) tarafından geliştirilen teorik çerçeveye göre sayı hissi; sayı bilgisi ve becerisi, işlem bilgisi ve becerisi, bu bilgi ve becerilerin hesaplamalarda etkili şekilde kullanılabilmesi olmak üzere üç temel bileşene ayrılmaktadır. Benzer şekilde, Greeno (1991) sayı hissini sayısal tahmin, zihinsel esnek hesaplama ve niceliksel yargılarda bulunma becerilerinden oluşan bir yapı olarak tanımlar. Yang ve Wu (2010) ise sayı hissini; yaratıcı düşünce, günlük yaşamdaki sayısal ilişkileri anlayabilme, mantıklı çıkarımlar yapabilme ve kurallara aşırı bağımlı olmadan çözüm yolları geliştirebilme becerilerinin birleşimi olarak tanımlamaktadır.

Matematiksel becerilerin temelleri, erken çocukluk döneminde atılmaktadır. Bu dönemde çocukların matematikle tanışması ve matematiksel düşünme becerilerinin gelişmesi, onların ileriki öğrenme süreçlerini doğrudan etkilemektedir. Ulusal Matematik Öğretim Konseyi (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2020), erken çocukluk ve okul öncesi dönem için matematik öğretiminde temel alınması gereken beş öğrenme alanını şu şekilde tanımlamaktadır: sayılar ve işlemler, cebir, geometri, ölçme ve veri analizi. Bu alanlar, çocukların matematiksel düşünme, akıl yürütme ve problem çözme becerilerinin gelişimini destekleyecek şekilde yapılandırılmıştır.

Bu alanlardan ilki olan “sayılar ve işlemler”, çocukların sayı kavramını anlamalarını, sayılarla ilişki kurmalarını, sayma, karşılaştırma, sıralama ve işlem yapma gibi temel becerileri kazanmalarını hedefler. Bu bağlamda, “sayı hissi”, sayıların temel anlamlarının anlaşılması, sayılarla ilgili esnek düşünme becerileri geliştirme ve sayıları günlük yaşamda anlamlı biçimde kullanabilme yetisini içeren çok boyutlu bir yapı olarak bu alanla doğrudan ilişkilidir (NCTM, 2020).

Çocuklar, sayı hissine yönelik ilk deneyimlerini genellikle oyunlar, nesnelerle etkileşim ve çevresel gözlemler aracılığıyla edinirler (Griffin, 2004). Bu deneyimler onların sezgisel düşünme kapasitelerini desteklerken, sayıların büyüklüğünü kavrama, sayıların sıralanması, gruplandırılması ve farklı yollarla temsili gibi beceriler açısından da bir temel oluşturur (Güleç ve İvrendi, 2017). Sayı hissini erken yaşlarda desteklenmesi, çocukların daha sonraki matematiksel öğrenmelerinde ezberden uzak, anlam temelli ve esnek düşünme alışkanlıkları geliştirmelerine olanak tanır (Gersten ve Chard, 1999; Starkey vd., 2004). Ayrıca, sayı hissi becerisi sadece işlem yapma yeteneğini değil, aynı zamanda çocukların matematiksel yargılar geliştirme, tahminde bulunma ve strateji üretme gibi daha üst düzey bilişsel becerilerini de kapsayan önemli bir öğrenme hedefidir. Dolayısıyla NCTM'nin belirlediği sayılar ve işlemler alanı içinde, sayı hissi; erken çocukluk matematik eğitiminin merkezinde yer almalı ve bu dönemde sistemli biçimde desteklenmelidir.

Türkiye'de sayı hissi kavramı, eğitim literatüründe görece yer bulmaya başlamış olup konuya dair sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Yapılan araştırmaların bir kısmı sayı hissi bileşenlerini tanımlamaya, bazıları ise öğretimsel müdahalelerin bu beceriler üzerindeki etkilerini incelemeye yöneliktir (Can, 2022; Canoğlu, 2007; Çekirdekçi, 2015; Harç, 2010; Özbilen, 2023; Şengül ve Gülbağcı Dede, 2014; Yakut, 2020; Yaşar Yusumut, 2023; Yörür, 2022). Ancak özellikle okul öncesi döneme odaklanan, disiplinler arası kapsamlı ve sistematik analizlerin sayısı oldukça azdır (Küçükay, 2022). Palabıyık (2022), okul öncesi ve ilkökul düzeyindeki öğrencilerle yürüttüğü çalışmada, sayı hissi profillerini incelemiş ve sayı hissi düzeyi yüksek olan öğrencilerin matematikte daha başarılı olduklarını ortaya koymuştur. Araştırma bulguları, öğrencilerin problem çözme sürecinde ağırlıklı olarak kural temelli stratejilere yöneldiklerini; ancak sınıf düzeyi ilerledikçe sayı hissine dayalı çözüm yollarının kullanımında da artış olduğunu göstermektedir.

Okul öncesinde sayı hissini gelişimini desteklemek amacıyla uygulanan müdahaleler arasında etkileşimli oyun etkinlikleri ile bilgisayar ve tablet destekli matematik oyunlarının etkili araçlar olarak kullanıldığı dikkat çekmektedir (İvrendi, 2016; Kilimlioğlu, 2018). Ayrıca drama temelli yaklaşımlar ve hareket temelli eğitim programlarının da sayı hissi ve erken matematik becerilerini olumlu etkilediği belirlenmiştir (Aslan, 2022; Cihan, 2022; Özbilen, 2023). Matematik temalı öykü okuma uygulamalarının da hem matematik hem dil becerilerini desteklediği araştırmalarla ortaya konmuştur (Ergenekon, 2023).

Bilişsel beceriler açısından ise öz düzenleme ve bilişsel esnekliğin sayı hissi üzerinde etkili olduğu gösterilmiştir (Yaşar Yusumut, 2023; Gökdağ, 2020). Ayrıca ebeveyn eğitim düzeyinin çocukların sayı hissi gelişiminde etkisi olduğu (Arslan vd., 2022), çocukların sayma konusunda daha başarılı ancak sayı tanımada zorlandıkları da vurgulanmaktadır. Özetle, Türkiye'de erken çocuklukta matematik ve sayı hissi alanında yapılan çalışmalar sınırlı ve genellikle alt alanlara dağınık durumdadır. Oysa bu kavramın çok boyutlu doğası ve erken yaşlardaki öğrenmelerle olan güçlü ilişkisi, sayı hissi üzerine yapılan çalışmalara daha derinlemesine yaklaşılmasını gerektirmektedir (Chen vd., 2013; Palabıyık, 2022; Yenilmez ve Yıldız, 2018).

Bu bağlamda, Web of Science (WoS) veri tabanı aracılığıyla ulaşılabilen ve okul öncesi dönemde sayı hissi konusuna odaklanan ulusal ve uluslararası yayınların bibliyometrik açıdan incelenmesi, sayı hissi alanında bugüne kadar yapılan araştırmaların yönünü, yoğunluğunu ve zaman içindeki gelişimini anlamaya katkı sağlayacaktır. Böylece, alandaki çalışmalara sistematik bir bakış sunularak hem araştırmacılar hem de uygulayıcılar için yol gösterici bir kaynak oluşturulması hedeflenmektedir.

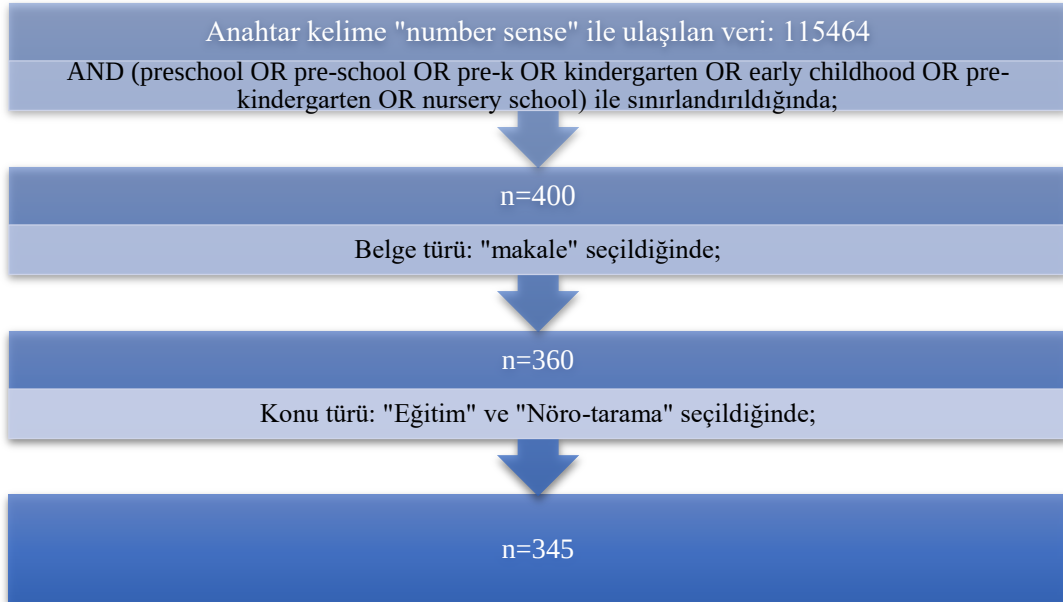
Yöntem

Bu çalışmada, okul öncesi dönemde sayı hissi konusuna yönelik bilimsel yayınları sistematik olarak incelemek amacıyla bibliyometrik analiz yöntemi kullanılmıştır. Bibliyometri, yayınlanmış bilimsel literatürü nicel bir perspektiften değerlendirme ve analiz etme amacı taşıyan bir araştırma yöntemidir (Ding, 2011). Bu yöntem sayesinde, belirli bir araştırma alanındaki yayın eğilimleri, disiplinler arası işbirliği ağları, en etkili yazarlar, ülkeler ve anahtar kelimeler gibi çeşitli yapılar sayısal verilerle ortaya konulabilmektedir (Donthu vd., 2021). Son yıllarda bilgisayar teknolojilerindeki gelişmeler ve yüksek hızlı internet erişimi sayesinde bu tür analizler daha yaygın ve kapsamlı hale gelmiştir (Atabay vd., 2019; Verma vd., 2020).

Bu kapsamda, çalışmaya dâhil edilecek yayınları belirlemek için ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Ölçüt örnekleme, belirli ön koşulları ya da standartları karşılayan bilgi kaynaklarının seçilmesini içeren bir amaçlı örnekleme türüdür (Patton, 2021). Bu çalışmada ölçüt olarak ele alınacak kaynakların; (1) Web of Science veri tabanında yer alması, (2) “number sense” kavramıyla birlikte “preschool”, “pre-k”, “early childhood”, “pre-kindergarten”, “kindergarten”, “nursery school” gibi okul öncesi terimlerinden en az biriyle eşleşmesi, (3) bu anahtar kelimelerinin başlık, özet ya da anahtar kelime alanlarında geçmesi, (4) makale türünde çalışmalar olması, (5) eğitim alanında yapılmış çalışmalar olması dikkate alınmıştır.

Araştırmanın Örnekleme

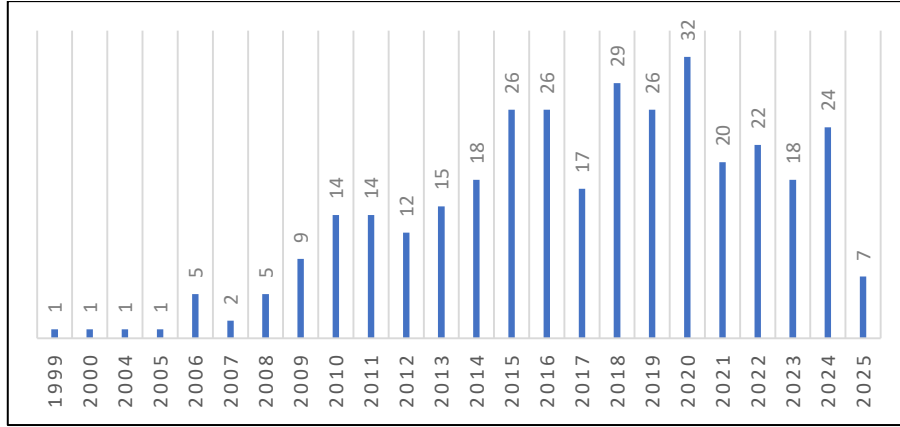
Bu çalışmada, Web of Science (WoS) veri tabanı 23.07.2025 tarihinde “number sense” ve “preschool”, “pre-k”, “early childhood”, “pre-school”, “kindergarten”, “pre-kindergarten” ve “nursery school” anahtar kelimeleri “or” bağlantısıyla başlık, özet ve anahtar kelime alanlarında taranmıştır. Tarama sonucunda ilk aşamada elde edilen yaklaşık 400 yayın, çalışmanın analiz evrenini oluşturmuştur. Verilere ulaşma sürecini gösterir prizma akış diyagramı Şekil 1’de sunulmuştur.



Şekil 1

Veri seçimi akış diyagramı

WoS veri tabanında yapılan filtrelemelerle sayı hissi ile ilgili okul öncesi döneme ait makale türü çalışmalar ele alındığında 1999-2025 yıllarına ait toplam 345 çalışmaya ulaşılmıştır. Bu çalışmaların yıllara göre dağılımını gösterir grafik Şekil 2’de sunulmuştur.

**Şekil 2**

Yıllara göre yayın sayısı (WoS, Temmuz 2025)

Şekil 2’de yıllara göre yayın sayıları genel olarak değerlendirildiğinde, 2006 yılından itibaren okul öncesi dönemde sayı hissine yönelik akademik çalışmaların artış gösterdiği söylenebilir. 2021 yılındaki düşüş ise, 2020 yılında yaşanan Covid-19 sürecinde çalışmaların yapılamamasından kaynaklanmış olabilir. Sonraki yıllarda ise yayın sayılarında yeniden bir artış eğilimi görülmektedir. Ayrıca, 2025 yılında bir düşüş varmış gibi görünmesinin nedeni, verilerin 2025 yılı Temmuz ayında WoS’tan çekilmiş olmasıdır.

Verilerin Analizi

Bu çalışmada, Web of Science (WoS)’tan elde edilen 345 akademik yayın, VOSviewer (Sürüm 1.6.20) yazılımı kullanılarak bibliyometrik analiz yöntemiyle incelenmiştir. Veriler analiz öncesinde temizlenerek uygun hale getirilmiş ve alt araştırma başlıklarına göre kategorize edilmiştir. Analiz sürecinde, yayın yılı, yazarlar, anahtar kelimeler, yayımlandıkları dergiler, atıf sayıları ve kaynaklar gibi temel bibliyometrik özellikler detaylı biçimde değerlendirilmiştir. VOSviewer aracılığıyla, bibliyografik veriler arasındaki ilişkiler görselleştirilmiş; kümelenme analizi, iş birliği ağları ve tematik yoğunluklar ortaya konmuştur. Bu yazılım, bilimsel veriler arasındaki ilişkileri anlamlandırmak ve araştırma alanlarının gelişim örüntülerini belirlemek için güçlü bir araçtır (Van Eck ve Waltman, 2013).

Elde edilen veriler, başta bibliyografik eşleştirme, ortak atıf analizi ve anahtar kelime eşleşmeleri olmak üzere çeşitli ölçütlerle analiz edilmiştir. Bibliyografik eşleştirme, iki farklı yayının aynı üçüncü kaynak tarafından alıntılanmasıyla; ortak atıf ise iki yayının aynı kaynaktan birlikte referans gösterilmesiyle oluşan ilişkisel yapıları ifade eder (Garfield, 1988). Bu yöntemler, çalışmalar arasındaki etkileşim düzeyini anlamada önemli bilgiler sunar.

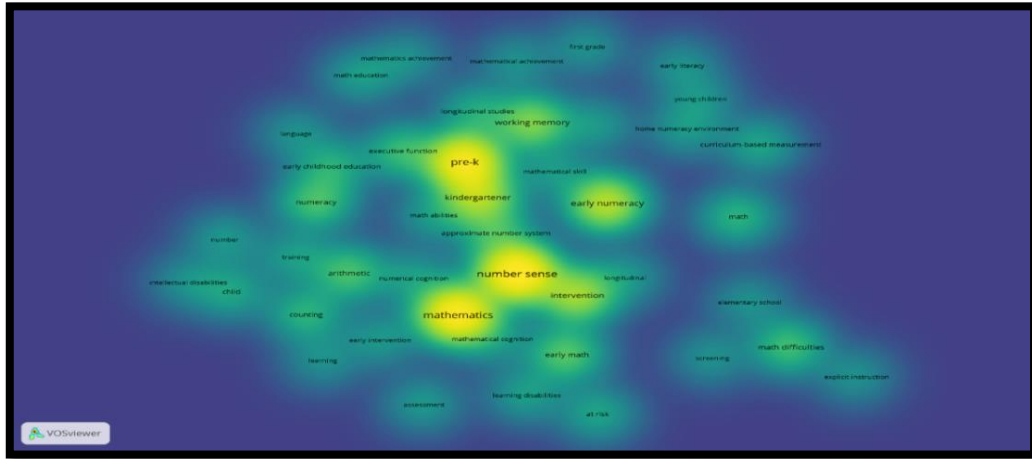
Analizler sonucunda, okul öncesi dönemde sayı hissine yönelik araştırma eğilimleri, öne çıkan kavramsal temalar ve atıf açısından etkili yayınlar sistematik biçimde belirlenmiştir. Böylece, alandaki mevcut bilgi birikimi haritalanmış ve gelecekte yapılacak araştırmalara ışık tutabilecek yapısal örüntüler ortaya konmuştur.

Bulgular

Çalışmanın bu bölümünde, WoS’ta ulaşılan okul öncesi dönemde gerçekleştirilen sayı hissine yönelik çalışmalarının VOSviewer yazılım programında analizlerine ilişkin bulgular, alt başlıklarda ayrı ayrı sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler

Çalışmanın amacı kapsamında WoS verileri filtrelendiğinde, en sık kullanılan anahtar kelimelerin Şekil 3'te “number sense”, “mathematics” ve “pre-k” olarak göze çarpması doğaldır. Veri temizliği sürecinde, aynı anlama gelen anahtar kelimeler birleştirilmiş ve toplamda 662 anahtar kelimeye ulaşılmıştır. Bu anahtar kelimeler, beş ve üzeri kez kullanılmış olma şartıyla sınırlandırıldığında, 44 anahtar kelime analiz kapsamına alınmıştır. Örneğin; *pre-k*, *preschool*, *pre-school*, *kindergarten* ve *pre-kindergarten* gibi okul öncesi dönemi temsil eden ifadeler tek bir anahtar kelime altında (*pre-k*) birleştirilmiştir. Anahtar kelimelerin kullanılma sıklığına ilişkin yoğunluk görseli VOSviewer yazılımı aracılığıyla oluşturulmuş ve Şekil 3'te sunulmuştur.

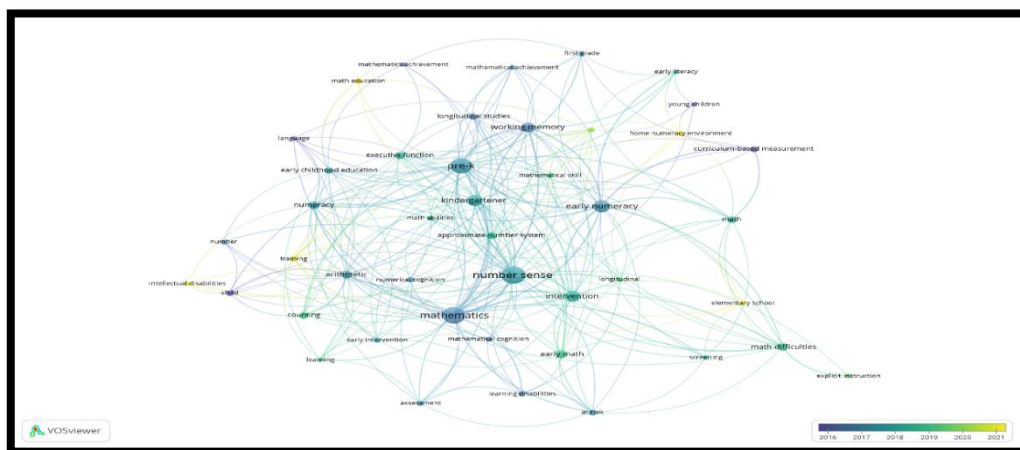


Şekil 3

Anahtar kelime yoğunluk görseli (WoS, Temmuz 2025)

*Şekil, 1999-2025 yılları arasında okul öncesi dönemde sayı hissi konulu yayınlarda en sık kullanılan ve beşten fazla tekrar eden 44 anahtar kelimenin yoğunluk dağılımı göstermektedir. Yoğunluğu yüksek olan anahtar kelimeler daha parlak renktedir.

Şekil 3'te elde edilen 44 anahtar kelime, dört küme altında gruplanmıştır. Bu kümelerde bağlantı gücü en yüksek olan anahtar kelimeler sırasıyla: *pre-k* (f=57, bg=104), *mathematics* (f=63, bg=115), *arithmetic* (f=15, bg=39) ve *early numeracy* (f=34, bg=65) olarak belirlenmiştir. Anahtar kelimelerin yıllara göre dağılımını gösteren ağ görseli ise Şekil 4'te sunulmuştur.



Şekil 4

Anahtar kelime ağ görseli (WoS, Temmuz 2025)

*Şekil, 1999-2025 yılları arasında yayımlanan çalışmaların anahtar kelime ilişkilerini zaman ekseninde gösteren ağ görselidir. Renkler, anahtar kelimenin kullanım yılına göre değişmekte; koyu renkler daha eski, açık renkler ise daha yeni çalışmaları temsil etmektedir.

Şekil 4’te, 2020 yılından sonraki çalışmalarda öne çıkan anahtar kelimeler arasında “intellectual disabilities”, “home numeracy environment”, “socioeconomic status” ve “elementary school” dikkat çekmektedir. Bu bulgular, ilkökul öncesi dönemde sayı hissi eğitiminin yalnızca okul ortamında değil, ev ortamında da desteklenmesi gerektiğini göstermektedir. Araştırmalar, evdeki sayısal çevrenin (home numeracy environment) çocukların sayı hissi gelişiminde önemli bir rol oynadığını ve bu çevrenin sosyoekonomik düzeyle yakından ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır (Anders vd., 2012; LeFevre vd., 2009; Susperreguy vd., 2020). Sosyoekonomik düzeyi yüksek ailelerin çocukları, daha zengin sayısal deneyimlere erişim sağlamakta, bu da sayı hissi becerilerinin gelişimini olumlu yönde etkilemektedir (Andrews ve Sayers, 2015; Karakoç, 2022; Özer vd., 2024).

Öğrencilerin matematik ve sayı hissi becerilerinin gelişimi, yalnızca öğretmenlerin sınıf içi eğitimiyle sınırlı kalmamalıdır. Ailelerin matematik temalı günlük konuşmalar yapması ve hikâye kitapları aracılığıyla diyalog ortamları oluşturması, çocukların matematik dilini doğru kullanmalarını desteklemede etkili yollar arasında yer almaktadır (Cheung, 2012; Ergenekon, 2023; Flick ve Kuchey, 2015; Gersten ve Chard, 1999). Ayrıca sayı hissi kavramı, kapsayıcı eğitim bağlamında özel gereksinimli çocukların da eğitime dahil edilmektedir. Öğrenme güçlüğü yaşayan çocuklara yönelik yapılan çalışmalar, bu çocukların sayı hissi gelişiminde farklı ihtiyaçlara sahip olduklarını göstermekte ve bu gruplar için özel öğretim yaklaşımlarının gerekliliğini vurgulamaktadır (Träff vd., 2020; Yılmaz-Yenioğlu ve Sönmez-Kartal, 2023). Bu bağlamda, sayı hissi eğitimi bireysel farklılıklar dikkate alınarak planlanmalıdır.

Kaynaklar

VOSviewer yazılım programında kaynakların atıflanma sıklığına ilişkin analiz sonucunda toplam 137 kaynağa ulaşılmış; yüz ve üzeri atıf alma durumu ile sınırlandırıldığında ise 28 kaynak belirlenmiştir. Bu kaynaklardan en çok atıf alan ilk beş tanesi Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1

En çok atıf alan kaynaklar (WoS, Temmuz 2025)

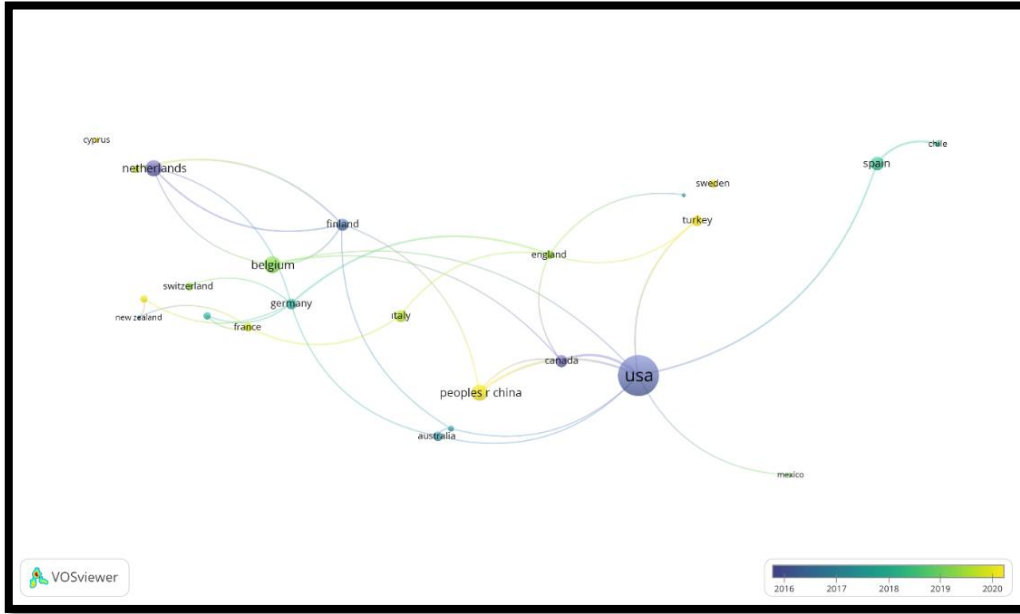
Sıra	Dergiler	Atıf Sayısı
1	Child Development	1168
2	Nature	1067
3	Early Childhood Research Quarterly	751
4	Journal of Experimental Child Psychology	747
5	Journal of Learning Disabilities	733

Tablo 1’de, WoS veri tabanında Temmuz 2025 itibariyle sayı hissi konusıyla ilgili literatürde en fazla atıf alan beş akademik dergi yer almaktadır. Listenin başında Child Development dergisi 1168 atıf ile öne çıkmakta ve bu alanda yapılan çalışmaların çocuk gelişimi bağlamında ele alındığını göstermektedir. Nature gibi çok disiplinli ve yüksek etki değerine sahip bir derginin ikinci sırada yer alması, sayı hissi konusunun sadece eğitim bilimleriyle sınırlı kalmayıp daha geniş akademik alanlarda da ilgi gördüğüne işaret etmektedir. Üçüncü sırada yer alan Early Childhood Research Quarterly (751 atıf) dergisi, okul öncesi dönemle ilgili çalışmaların bu alandaki önemini ortaya koymaktadır. Journal of Experimental Child Psychology (747 atıf) ve Journal of Learning Disabilities (733 atıf) ise sayı hissi ile bilişsel süreçler, öğrenme güçlükleri ve çocuk psikolojisi arasındaki ilişkinin sıklıkla incelendiğini göstermektedir. Bu tablo, sayı hissi alanındaki araştırmaların büyük ölçüde gelişimsel psikoloji, erken çocukluk eğitimi ve özel eğitim disiplinlerinin kesişiminde yürütüldüğünü ortaya koymaktadır.

Ülkeler

Ülkeler arası iş birliği incelendiğinde, en az iki yayına sahip olma kriteriyle sınırlandırıldığında 29 ülke öne çıkmaktadır. Bu ülkeler, dört küme altında gruplanmış olup

toplamda 63 bağlantıya sahiptir. En fazla yayına sahip ülkeler sırasıyla Amerika Birleşik Devletleri (n=159), Belçika (n=27) ve Hollanda'dır (n=26). Ülkeler arasındaki yayın iş birliğini gösteren ağ görseli Şekil 5'te sunulmuştur.



Şekil 5

Ülkeler yayın işbirliği ağ görseli (Wos, Temmuz 2025)

*1999-2025 yılları arasında okul öncesi dönemde sayı hissi konusundaki çalışmalarda en az iki yayına sahip ülkelerin iş birliğini gösteren ağ görselidir. Görselde ülkeler dört kümeye ayrılmıştır. Düğümler ülkeleri, çizgiler ise ülkeler arası ortak yayın bağlantılarını temsil etmektedir. Renkler kümeleri, düğüm boyutları ise yayın sayısını göstermektedir.

Şekil 5 incelendiğinde, Türkiye kaynaklı 12 çalışmanın bibliyometrik veri kümesine dahil olduğu görülmektedir. Bu yayınların büyük çoğunluğu 2020 yılı ve sonrasında yayımlanmıştır. Bu tarih Türkiye'nin okul öncesi dönemde sayı hissi konusundaki bilimsel katkılarının görünür hâle gelmeye başladığı döneme işaret etmektedir. Bu durum, Türkiye'de konuyla ilgili akademik ilginin nispeten yeni olduğunu ve uluslararası literatürde yer edinme sürecinin son yıllarda ivme kazandığını göstermektedir. Ayrıca ağ görselinde Türkiye'nin Amerika Birleşik Devletleri ve İngiltere ile ağ bağlantısı kurduğu görülmektedir. Bu da Türkiye'nin, sayı hissi konulu araştırmalarda uluslararası düzeyde bilimsel iş birlikleri geliştirdiğini ortaya koymaktadır.

Türkiye'de sayı hissi üzerine yapılan akademik yayınların 2020 sonrasında belirgin şekilde artması, bazı yapısal ve toplumsal gelişmelerle ilişkilendirilebilir. Bu dönemde okul öncesi eğitime yönelik program ve politikaların güncellenmesi, dijital teknolojilerin eğitimde daha sık kullanılmaya başlanması ve oyun temelli öğrenmenin yaygınlaşması ile COVID-19 pandemisinden sonra erken çocukluk eğitiminin önemi konusunda toplumda farkındalığın artması, araştırma ilgisinin okul öncesi döneme kaymasına neden olmuş olabilir. Bununla birlikte, Türkiye'deki akademik teşvik sistemleri ve uluslararası yayın odaklı akademik performans ölçütleri, sayı hissi gibi daha önce görece ihmal edilmiş alanlara yönelik çalışma eğilimlerini de hızlandırmış olabilir. Ancak bu artışın kalıcı olması için, sayı hissi alanında hem kaliteli bilgi üretimine hem de bu bilginin eğitim ortamlarına etkili biçimde aktarılmasına yönelik çalışmalara ihtiyaç vardır.

Yazarlar

VOSviewer yazılım programında 345 çalışmaya ait yazar analizi yapılmadan önce, veri temizliği gerçekleştirilmiş ve aynı kişiye ait farklı adlandırmalar tek bir isim altında

birleştirilmiştir. Örneğin, “Jordan, Nancy”, “Jordan, n.”, “Jordan, nancy c.” ve “Jordan, nc” gibi farklı yazımlarla ifade edilen yazarlar, “Jordan, N.” biçiminde standartlaştırılmıştır. Bu işlem sonucunda toplam 811 yazara ulaşılmış; üç ve üzeri yayına sahip olanlarla sınırlandırıldığında ise 77 yazar analize dahil edilmiştir. En çok yayın yapan ilk on yazara ait yayın sayısı, atıf sayısı ve toplam bağlantı gücü bilgileri Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2

En çok yayın yapan yazarlar (WoS, Temmuz 2025)

Sıra	Yazar	Yayın Sayısı	Atıf Sayısı	Toplam Bağlantı Gücü
1	Clarke, B.	25	494	25
2	Smolkowski, K.	19	418	19
3	Baker, S.	17	494	17
4	Doabler, C.	17	392	17
5	Fien, H.	16	390	16
6	Van Luit, J.	15	705	15
7	Kosty, D.	13	193	13
8	Jordan, N.	13	1335	8
9	Verschaffel, L.	12	179	12
10	De Smedt, B.	12	245	9

Bu yazarların 35’i beş küme altında gruplanmıştır. Bu kümelerde bağlantı gücü en yüksek olan yazarlar sırasıyla Clarke, B. (bg=25), Verschaffel, L. (bg=12), Purpura, D. (bg=8), Jordan, N. (bg=8) ve Nelson, G. (bg=2) şeklindedir. Tablo 3’te en çok atıf alan ilk beş çalışmaya yer verilmiştir.

Tablo 3

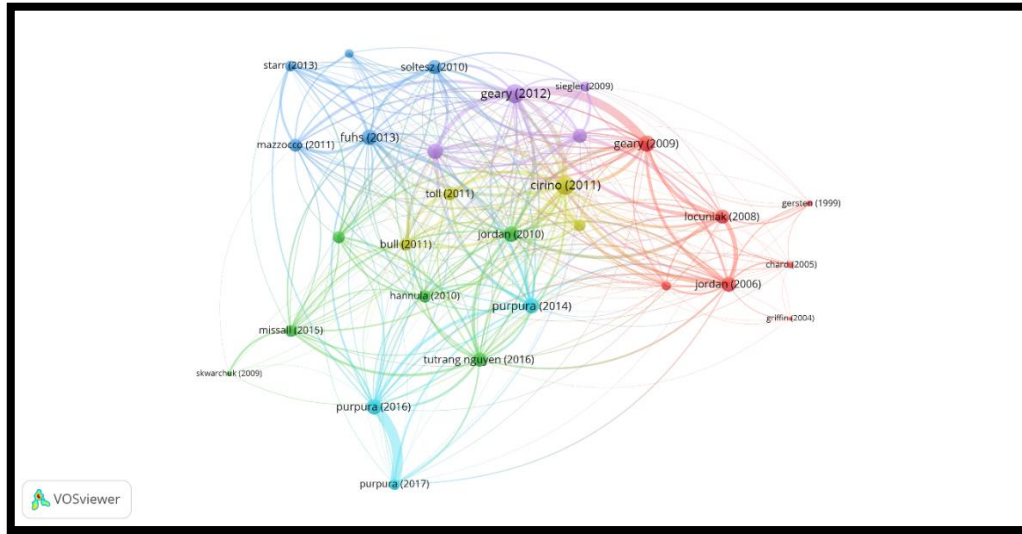
En çok atıf alan çalışmalar (WoS, July 2025)

Yazar	Yayın Adı	Atıflanma Sayısı
Halberda vd., 2008	Individual differences in non-verbal number acuity correlate with maths achievement	1067
Lefevre vd., 2010	Pathways to mathematics: longitudinal predictors of performance	569
Jordan vd., 2006	Number sense growth in kindergarten: a longitudinal investigation of children at risk for mathematics difficulties	445
Mazzocco vd., 2011	Preschoolers' precision of the approximate number system predicts later school mathematics performance	313
Jordan vd., 2010b	The importance of number sense to mathematics achievement in first and third grades	265

Tablo 3’te en çok atıf alan çalışmada Halberda vd. (2008), sayı hissinin evrimsel olarak kökeni olan yaklaşık sayı sistemiyle ilişkisini ortaya koymakta, bireyler arası bu sistemdeki farklılıkların okul matematik başarısıyla ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, okul öncesi dönemde sayı hissi becerilerinin gelişiminin izlenmesi ve desteklenmesinin, ileriki matematiksel öğrenmeleri doğrudan etkileyebileceğini göstermesi açısından literatürde önemli bir yere sahiptir. LeFevre vd.’nin (2010) boylamsal çalışması ise erken çocukluk döneminde sayı hissi, dil becerileri ve evdeki sayısal deneyimlerin ileriki matematiksel başarı üzerindeki belirleyici rolünü göstermektedir. Bu çalışma, sayı hissi gelişiminin yalnızca bireysel değil, aynı zamanda çevresel faktörlerle de etkileşim içinde olduğunu ortaya koyarak alandaki araştırmalara yön vermiştir.

VOSviewer yazılım programında 345 kaynağa ilişkin yapılan bibliyografik eşleşme analizinde -yani iki eserin, üçüncü bir esere birlikte atıfta bulunması durumuna göre- yüz ve üzeri atıf almış kaynaklar dikkate alındığında toplam 29 kaynak belirlenmiştir. Bu kaynaklar altı

küme altında gruplanmış olup toplamda 319 bağlantı ve 1532 bağlantı gücüne sahiptir. Bu kaynaklara ait ağ görseli Şekil 6'da verilmiştir.

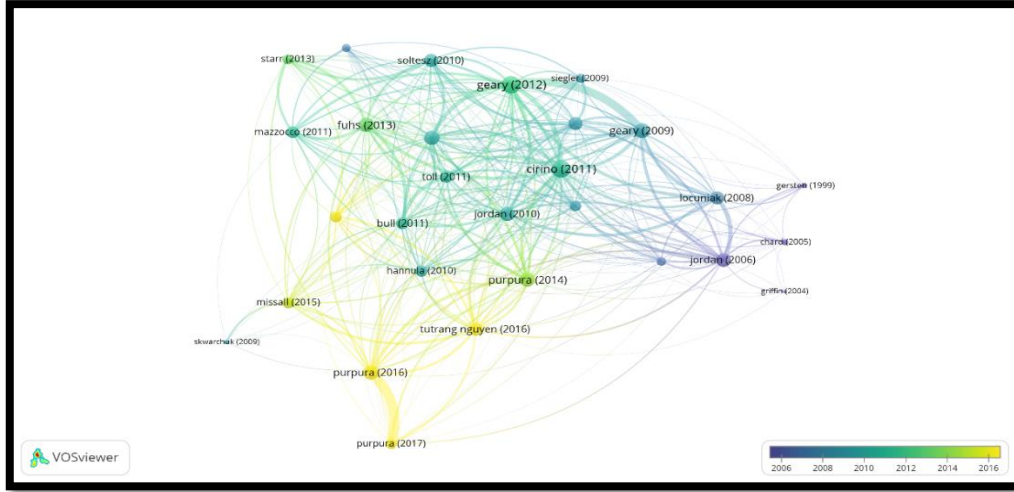


Şekil 6

Kaynaklara ait bibliyografik eşleşme ağ görseli (WoS, Temmuz 2025)

*Şekil, 1999-2025 yılları arasında yayımlanmış ve WoS veri tabanında taranmış 345 çalışmadan, bibliyometrik analiz kriterlerine uyan yayınların ortak referanslarına göre oluşan bağlantılarını göstermektedir. VOSviewer yazılımı (v1.6.20) kullanılarak oluşturulan görsel ağda her bir düğüm bir akademik yayını temsil etmektedir. Düğümler arası bağlantılar, yayınların ortak referanslara dayalı benzerliğini ifade etmektedir. Küme renkleri, tematik yakınlığı yüksek olan yayın gruplarını göstermektedir. Bağlantı gücü yüksek yayınlar, alanın kavramsal çekirdeğini oluşturmaktadır.

Bibliyografik eşleşme analizine göre, literatürde en yüksek bağlantı gücüne sahip kaynaklar arasında Purpura (2016-2017) (bg: 39) ve Geary (2009-2012) (bg: 33) öne çıkmaktadır. Bu durum, her iki çalışmanın sayı hissi alanındaki araştırmalar için ortak bir referans zeminine dayandığını ve kavramsal çekirdeği temsil ettiğini göstermektedir. Özellikle Purpura'nın çalışmaları, erken çocukluk döneminde sayı hissi gelişimini açıklamada matematiksel dilin belirleyici rolüne sıkça vurgu yapmaktadır. Purpura (2016), matematiksel dilin genel dil becerilerinden bağımsız olarak çocukların sayısal performansını güçlü bir şekilde yordadığını ortaya koyarken; Purpura (2017) ise matematiksel dile yönelik müdahale programlarının çocukların genel matematik bilgisi düzeyini artırabileceğine dair nedensel kanıtlar sunmaktadır. Bu bulgular, okul öncesi dönemde sayı hissi gelişiminde alan-özümlü dil becerilerinin kritik bir rol oynadığını ve erken müdahale yaklaşımlarının etkililiğini desteklemektedir.



Şekil 7

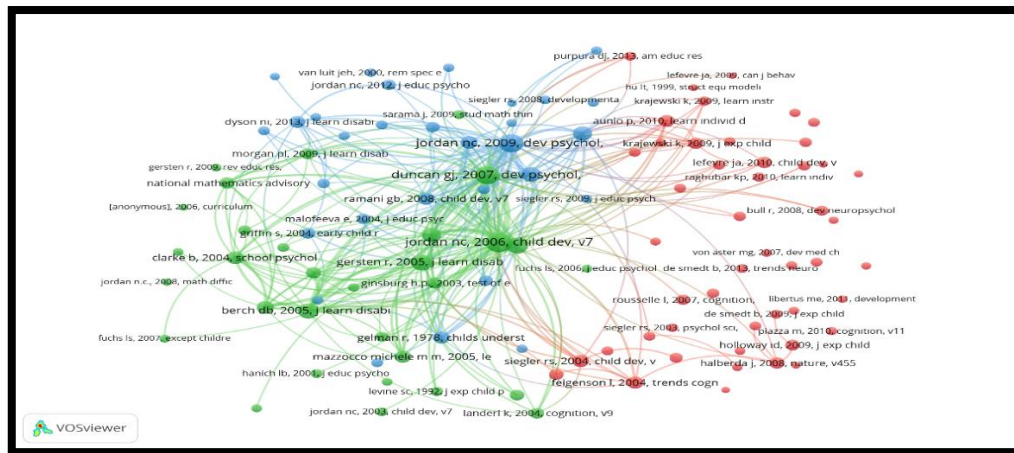
Yıllara göre kaynakların bibliyografik eşleşme ağ görseli (WoS, Temmuz 2025)

*Bu ağ görseli, sayı hissi alanında yapılan çalışmaların yıllara göre bibliyografik eşleşme ilişkilerini göstermektedir.

Şekil 7'de kaynakların yıllara göre bibliyografik eşleşme durumu incelendiğinde, hem erken dönem hem de yakın dönem çalışmalarda odak noktası sayı hissinin gelişimi olmakla birlikte, ele alınan temaların farklılaştığı görülmektedir. Jordan (2006) genel gelişim, büyüme modelleri ve sosyoekonomik etkenler üzerinde dururken; Purpura (2016), özellikle dilin -daha özel olarak da matematiksel dilin- sayı hissi gelişimindeki kritik rolüne odaklanmaktadır. Dolayısıyla her iki çalışma da sayı hissi konusuna katkı sunmaktadır; ancak odaklandıkları değişkenler ve yaklaşımları bakımından, birbirini tamamlayan fakat farklı perspektiflere sahip araştırmalar olarak değerlendirilebilir.

Ortak Atıflanma

VOSviewer yazılımı ile yapılan ortak atıf analizinde 345 çalışmanın referans gösterdiği 11.030 kaynak tespit edilmiştir. Atıf sayısı en az yirmi olan kaynaklarla sınırlandırıldığında, 109 kaynak belirlenmiştir. Bu kaynaklar üç küme altında gruplanmıştır. Aynı zamanda bu kaynaklar, 5.340 bağlantı ve 28.363 bağlantı gücü üretmiştir. Ortak atıf analizine ait ağ görseli Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8

Ortak atıf analizi ağ görseli (WoS, Temmuz 2025)

*Bu ağ görseli, 345 çalışmadan elde edilen ve 20'den fazla atıf alan 109 kaynağın ortak atıf ilişkilerini göstermektedir. Düğümler kaynakları, büyüklükleri ise her kaynağın aldığı toplam atıf sayısını temsil eder.

Düğümmler arasındaki çizgilerin kalınlığı ise kaynak çiftleri arasındaki ortak atıf bağlantısının toplam bağlantı gücünü yansıtmaktadır.

Şekil 8 incelendiğinde, ortak atıf analizinde en yüksek bağlantı gücüne sahip kaynaklar arasında, Jordan'ın dört farklı çalışmasının ilk on kaynak içerisinde yer alması dikkat çekicidir. Bu durum, Jordan'ın erken dönem sayı hissi gelişimi üzerine yaptığı çalışmaların yalnızca yüksek düzeyde atıf aldığını değil, aynı zamanda diğer temel çalışmalarla birlikte anıldığını ve dolayısıyla literatürde güçlü bir kavramsal bağ kurduğunu göstermektedir. Jordan'ın çalışmaları, sayı hissi, matematiksel problem çözme ve erken döneme özgü bireysel farklılıklar gibi temaları bir arada ele alarak bu alandaki literatürün yapıtaşları arasında yer almaktadır.

Tartışma

Bu çalışmada, okul öncesi dönemde sayı hissi alanında yapılan 345 akademik çalışma bibliyometrik yöntemlerle analiz edilerek, sayı hissi kavramının bilimsel alandaki gelişim seyri ortaya konmuştur. Elde edilen bulgular, alanın yıllar içerisinde hem konu kapsamı hem de yöntemsel yaklaşımlar açısından evrimsel bir süreç izlediğini göstermektedir. Ülkemizde yapılan çalışmaların da benzer bir gelişim seyri izlediği göz önünde bulundurulduğunda, literatürde ilk dönemlerde sayı hissi, çocukların genel gelişim özellikleriyle birlikte değerlendirilmiş; özellikle sosyoekonomik durum (Ivrendi, 2016; Ramani ve Siegler, 2011; Siegler ve Ramani, 2008; Wilson vd., 2009), cinsiyet farklılıkları (Önkol, 2012; Schacter vd., 2016) ve dil becerileri (Kilimlioğlu, 2018) gibi demografik ve bilişsel değişkenlerle ilişkili olarak ele alınmıştır. Örneğin Purpura vd. (2011), okul öncesi dönemde çocukların matematiksel gelişiminde dil becerilerinin güçlü bir yordayıcı olduğunu ortaya koymuş; Yılmaz (2017) ise sayı hissi ile dil gelişimi arasındaki etkileşimin, erken dönemde müdahale programları açısından kritik rol oynadığını belirtmiştir. Bu yönüyle Jordan vd. (2006) çalışması, sayı hissi gelişimini geniş bir çerçevede inceleyerek bireysel farklılıkların belirlenmesine ve erken dönem matematiksel gelişimin anlaşılmasına önemli katkılar sağlamıştır.

İzleyen yıllarda yapılan çalışmalar ise sayı hissi gelişimini belirleyen bilişsel ve dilsel süreçlere yönelmiştir. Purpura ve Reid (2016), matematiksel dil becerilerinin çocukların sayısal performanslarını güçlü bir şekilde yordadığını; Purpura vd. (2017) ise bu becerilere yönelik müdahale programlarının erken matematik başarısını artırabileceğine dair nedensel veriler sunduğunu belirtmiştir. Bu bulgular, sayı hissi alanında bilişsel gelişimin ötesinde, alan-özümlü dil becerilerinin de dikkate alınması gerektiğine işaret etmektedir. Böylece sayı hissi araştırmalarının, genelden özele doğru evrildiği; ilk olarak genel büyüme eğilimleri ve çevresel faktörler üzerinde odaklanırken zamanla daha derinlikli ve hedefe yönelik bilişsel mekanizmaları açıklamaya yöneldiği görülmektedir. Bu bağlamda, Çiçek (2024) de sayı hissini erken dönem bilişsel bileşenlerinden biri olan subitizasyon becerisini ele aldığı bibliyometrik çalışmasında, bu alandaki araştırmaların giderek arttığına dikkat çekmektedir.

Bibliyografik eşleşme ve ortak atıf analizleri, okul öncesi dönemde sayı hissi literatürünün kavramsal çekirdeğini belirleyen çalışmalar hakkında önemli ipuçları sunmaktadır. Jordan ve Purpura'nın çok sayıda çalışmasının hem yüksek atıf alması hem de diğer yayınlarla ortak referanslarda buluşması, bu yazarların alanın gelişiminde belirleyici bir role sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle Jordan'a ait dört çalışmanın ortak atıf analizinde ilk on çalışma içerisinde yer alması, sayı hissi konusundaki temel kuramsal çerçevenin bu araştırmalara dayandığını göstermektedir. Çelik'in (2022) bibliyometrik çalışmasında en çok atıf alan ilk on yazarla, bu çalışmanın analizleri karşılaştırıldığında Clarke, B. ve Verschaffel, L.'nin erken çocukluk matematik eğitiminde öne çıktığı görülmektedir.

Çalışmada kullanılan anahtar kelime analizi, sayı hissi konusunun farklı temalarla ilişkilendirilerek zenginleştiğini de ortaya koymuştur. "Pre-k", "early numeracy" ve

“mathematics” gibi temel terimlerin yanı sıra, son yıllarda “home numeracy environment”, “intellectual disabilities” ve “socioeconomic status” gibi daha özgül kavramların öne çıkması, sayı hissi araştırmalarında çevresel ve bireysel değişkenlerin birlikte ele alındığını göstermektedir. Özellikle ev ortamındaki matematiksel uyarıcılığın çocukların sayı hissi gelişimine etkisini inceleyen çalışmalar (örn. LeFevre vd., 2010), alanda çevresel faktörlerin ne denli önemli olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca, özel gereksinimli bireylerin araştırmalara dâhil edilmesi, sayı hissi kavramına ilişkin farklı gelişim yollarının ve bireysel farklılıkların daha görünür hale gelmesine katkı sağlamaktadır (Schnepel vd., 2020; Träff vd., 2020).

Ülkeler arası iş birliği analizinde Amerika Birleşik Devletleri (ABD), en çok yayına sahip ülke olarak öne çıkmaktadır; Belçika ve Hollanda gibi Avrupa ülkeleri de literatüre önemli katkılar sunmaktadır. Matematik alanında yapılan farklı bibliyometrik çalışmalarda da ABD ön plana çıkmaktadır (Çelik, 2022; Çiçek, 2024; Çoban ve Tezci, 2021; Julius vd., 2021; Karaca ve Köksal, 2024; Poçan, 2023). Türkiye’nin ise özellikle 2020 yılından sonra sayı hissi konusundaki bilimsel üretkenliğinde gözle görülür bir artış yaşandığı; ABD ve İngiltere ile ortak yayınlar ve araştırma projeleri yoluyla kurduğu akademik iş birlikleri sayesinde uluslararası literatürde görünürlüğünün arttığı görülmektedir. Benzer durum, matematik eğitiminde dijital oyunlarla ilgili yayınların bibliyometrik analizinde de Türkiye’nin ABD ile ortak çalışmalara dayanan iş birliğine paralel bir durumdur (Poçan, 2023). Öte yandan, matematik eğitiminde farklı temalara odaklanan bibliyometrik analizlerde farklı ülkelerin ön plana çıktığı da gözlemlenmektedir. Örneğin, matematik eğitiminde üstbiliş konulu çalışmalarda Almanya’nın yayın sayısı ve iş birliği ağı açısından dikkat çekici bir konumda olduğu belirtilmiştir (Filiz, 2025). Bu durum, tematik farklılıkların ülkelerin bilimsel katkı düzeyini etkileyebileceğini göstermektedir.

Türkiye’de yapılan çalışmalar da bu uluslararası yönelime paralel olarak gelişmektedir. Gözüm vd. (2024), okul öncesi eğitimi almış öğrencilerin daha yüksek sayı hissi profillerine sahip olduğunu belirterek, bu dönemdeki eğitimin kalitesinin ilkökul matematik başarısı üzerindeki etkisini vurgulamıştır. Gökdağ (2020), sayı algısı ile bilişsel esneklik arasında pozitif ilişki olduğunu; Yaşar Yusuymut (2023) ise öz düzenleme becerilerinin sayı hissi üzerinde doğrudan etkili olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmalar, sayı hissi gelişiminin yalnızca doğrudan öğretimle değil, aynı zamanda bilişsel mekanizmalar ve bireysel farklılıklarla da yakından ilişkili olduğunu göstermektedir.

Sayı hissinin geliştirilmesine yönelik Türkiye’de yürütülen müdahale temelli araştırmalar, sayı hissi alanında pedagojik yaklaşımların etkili olduğunu göstermektedir. Cihan (2022), toplama ve çıkarma kavramlarının drama yoluyla öğretiminin etkili olduğunu ortaya koyarken; Özbilen (2023) ve Can (2022) ise harekete dayalı ve proje tabanlı öğretim yaklaşımlarının çocukların matematik ve görsel algı becerileri üzerinde olumlu etkiler yarattığını belirtmiştir. Bu sonuçlar, sayı hissinin yalnızca sayısal işlemlerle değil, aynı zamanda çocuk merkezli ve çoklu duyuşal öğrenme ortamlarıyla desteklenebileceğini göstermektedir. Ayrıca Aslan (2022) ve Ergenekon (2023) gibi araştırmalar, öykü temelli öğretim ve kavramsal öğretim modellerinin sayı hissi ve dil gelişimini birlikte desteklediğini ortaya koymuştur.

İlk çalışmalardan LeFevre vd. (2010) ev ortamındaki matematiksel girdilerin çocukların sayı hissi gelişiminde önemli bir rol oynadığını ortaya koymuştur. Bu bulgular, sonraki yıllarda Türkiye’de yürütülen araştırmalarla da desteklenmiştir. Türkiye özelinde yapılan çalışmalar (Güleç ve İvrendi, 2017; Özer vd., 2024; Karakoç, 2022), aile katılımının ve evde sunulan öğrenme ortamının çocukların sayı kavramı becerilerinde belirleyici olduğunu göstermektedir. Ayrıca, ebeveyn eğitim düzeyinin yüksek olduğu ailelerde çocukların sayı hissi performansının daha yüksek olduğu (Gökdağ, 2020); ancak çocukların sayma konusunda başarılı olmalarına rağmen, sayı tanıma ve karşılaştırma gibi daha karmaşık becerilerde zorlandıkları gözlemlenmiştir (Palabıyık, 2022; Gözüm vd., 2024).

Türkiye'deki araştırmaları destekleyen bir diğer önemli unsur ise, erken çocukluk matematik eğitiminin uluslararası standartlarla uyumlu hâle getirilmesine yönelik eğitim politikaları üzerine raporlardır. Özellikle NCTM'nin (2000) yayımladığı *Principles and Standards for School Mathematics* raporu, matematiksel düşünmenin temellerinin okul öncesi dönemde atılması gerektiğini vurgulayarak, sayı hissi gibi kavramların erken yaşlarda yapılandırılmasının önemine dikkat çekmiştir. Türkiye özelinde ise, 2012 yılından itibaren yapılan düzenlemeler ve yatırımlarla birlikte okul öncesi eğitimde okullaşma oranının artırılması hedeflenmiş, bu durum erken çocukluk matematik eğitimiyle ilgili çalışmaların sayısını da etkilemiştir. Bu bağlamda, sayı hissi alanındaki bilimsel ilginin yalnızca kuramsal gelişmelerle değil, aynı zamanda yapısal ve politik reformlarla da desteklendiği görülmektedir.

Sonuç olarak, elde edilen bulgular okul öncesi dönemde sayı hissi araştırmalarının zaman içinde gelişen bir bilimsel gündemle şekillendiğini, bu sürecin başta bilişsel gelişim olmak üzere çevresel, dilsel ve sosyal etmenlerin daha bütüncül biçimde ele alınmasıyla ilerlediğini göstermektedir. Sayı hissi yalnızca matematiksel bir yetenek değil; çok boyutlu bir beceri olarak değerlendirilmekte ve bu becerinin geliştirilmesi için erken çocukluk döneminde bireysel farklılıkları ve çevresel bağlamları dikkate alan eğitim programları önerilmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, okul öncesi dönemde sayı hissi (number sense) konusundaki akademik literatür bibliyometrik yöntemlerle analiz edilmiştir. Web of Science (WoS) veri tabanından elde edilen çalışmalar, VOSviewer yazılımı aracılığıyla kavramsal, bibliyografik ve tematik yönleriyle değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, sayı hissi kavramının zaman içinde yalnızca matematiksel becerilerle sınırlı olmayan, bilişsel, dilsel ve çevresel faktörlerle ilişkilendirilmiş çok boyutlu bir yapıya dönüştüğünü ortaya koymaktadır.

Türkiye bağlamında ise sayı hissi konusunda çalışmalar daha çok ilkökul ve ortaokul düzeyinde gerçekleştirilirken (Karakoç, 2022; Küçükay, 2022); 2020 sonrasında okul öncesine yönelik çalışmaların sayısında belirgin bir artış gözlenmektedir. Yapılan çalışmalarda okul öncesi eğitimle sayı hissi becerileri arasında pozitif ilişkiler bulunmuş; drama, oyun, hareket ve proje temelli öğretim yaklaşımlarının erken matematiksel düşünme becerileri üzerindeki olumlu etkileri vurgulanmıştır (Akuysal Aydoğan ve Şen, 2011; Ergenekon, 2023; Kermani, 2017; Liang vd., 2020; Mildenhall, 2014; Nurhayati ve Rasyid, 2019; Schacter vd., 2016; Yakut, 2020). Ancak, okul öncesi dönemde çocukların sayı hissi performansını ölçmeye yönelik çalışmalar hâlen sınırlıdır. Bu durum, Türkiye'de sayı hissi kavramının henüz erken gelişim aşamasında olduğunu ve alana özgü daha derinlemesine ampirik araştırmalara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Araştırma bulguları doğrultusunda geliştirilen öneriler, politika ve uygulamaya yönelik öneriler ile araştırma temelli öneriler olmak üzere iki ana çerçevede ele alınabilir. Politika ve uygulama bağlamında, okul öncesi öğretmenlerinin sayı hissi gelişimi konusundaki bilgi düzeylerini ve pedagojik yeterliliklerini artırmaya yönelik hizmet içi eğitim programlarının geliştirilmesi önem arz etmektedir. Bu eğitim programlarının, sayı hissi becerilerini destekleyen uygulamalı içeriklerle yapılandırılması, öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarında daha etkili olmalarını sağlayacaktır. Ayrıca, okul öncesi eğitim programında sayı hissi becerilerine yönelik kazanımlara daha fazla yer verilmesi ve öğretim sürecinde oyun temelli, drama ve hareket odaklı yöntemlerin kullanımının teşvik edilmesi, çocukların bu beceriyi daha erken ve etkili bir şekilde geliştirmelerine katkı sunacaktır. Öte yandan, sayı hissi gelişiminde ailelerin rolü göz ardı edilmemeli; ev ortamında sayısal farkındalığı artıracak aile destekli müdahale programları tasarlanarak uygulanmalıdır.

Araştırma önerileri açısından değerlendirildiğinde, sayı hissine yönelik yürütülecek çalışmaların sayıca artırılması ve bu çalışmaların doğrudan performansa dayalı veri toplama yöntemleriyle desteklenmesi gerekmektedir. Sayı hissi, yalnızca matematiksel bilgiyle sınırlı olmayan, bilişsel esneklik, dikkat, öz düzenleme ve dil becerileri gibi çeşitli zihinsel süreçlerle ilişkili çok boyutlu bir yapı olduğundan, gelecekte yapılacak araştırmaların bu ilişkili değişkenleri de kapsayacak biçimde bütüncül yaklaşımlarla tasarlanması önemlidir. Ayrıca, Türkiye özelinde sayı hissi performansını ölçmeye yönelik geçerli ve güvenilir değerlendirme araçlarının geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda, nitel, nicel ve karma yöntemlere dayalı ampirik çalışmalar, sayı hissini gelişimsel seyrine, etkileyen faktörlerine ve öğretim stratejilerine ilişkin daha derinlemesine veri sağlayacaktır.

Ancak, bu çalışmanın da bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Bibliyometrik analiz çalışmaları bir alanın tüm yönleriyle eksiksiz bir resmini sunamaz. Bu bağlamda, çalışmanın yalnızca Web of Science (WoS) veri tabanına dayalı olarak gerçekleştirilmiş olması, diğer veri tabanlarında yer alan bazı önemli çalışmaların kapsam dışı kalmasına neden olmuş olabilir. Ayrıca, sadece makale türündeki yayınların incelenmiş olması, kitap bölümleri, tezler ya da bildiriler gibi farklı yayın türlerini dışarda bırakmaktadır. Bibliyometrik analizler kullanılan yazılıma göre farklı sonuçlar doğurabileceğinden, yalnızca VOSviewer ile yapılan analizlerin belirli bir teknik çerçeveye bağlı olduğu da göz önünde bulundurulmalıdır. Bu sınırlılıklara rağmen, çalışma 1999-2025 yılları arasında okul öncesi dönemde sayı hissi konusundaki akademik eğilimleri betimleyerek, alandaki mevcut durumu ortaya koyması açısından önemli bir katkı sunduğu düşünülmektedir.

Bildirim

Teşekkür: Uygulanmaz.

Çıkar çatışması: Yazar çatışan çıkarları olmadığını beyan ederler.

Finansman: Araştırma için finansman fonu kullanılmamıştır.

Etik onay ve katılım onayı: Bu çalışma yalnızca Web of Science veri tabanında daha önce yayımlanmış makalelerin bibliyometrik olarak analizine dayanmaktadır. Dolayısıyla, insan katılımcılarından doğrudan veri alınmamış olup, analiz yalnızca kamuya açık literatüre dayalıdır. Bu nedenle çalışma, insan denek araştırmaları kapsamında değerlendirilmeyip etik kurul izni gerektirmemektedir.

Kaynakça

- Akuysal Aydoğan, S., & Şen, S. (2011). 6 yaş çocuklarının sayı kavramının gelişiminde kavram eğitim programının etkisinin incelenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(1), 38-51.
- Anders, Y., Rossbach, H. G., Weinert, S., Ebert, S., Kuger, S., Lehl, S., & Von Maurice, J. (2012). Home and preschool learning environments and their relations to the development of early numeracy skills. *Early childhood research quarterly*, 27(2), 231-244.
- Andrews, P., & Sayers, J. (2015). Identifying opportunities for grade one children to acquire foundational number sense: Developing a framework for cross cultural classroom analyses. *Early Childhood Education Journal*, 43, 257-267. <https://doi.org/10.1007/s10643-014-0653-6>
- Arslan, A., Kartal, S., & Kozu, A. (2022, June 29-30). *Okul öncesi dönemdeki çocukların erken sayı değerlendirme becerileri [Early numeracy assessment skills of pre-school children]*. 14th Eurasian Conference on Language and Social Sciences, University of Gjakova 'Fehmi Agani', Kosovo.
- Aslan, A. S. (2022). *Drama yönteminin okul öncesi eğitime devam eden 5-6 yaş grubu çocukların rakam kavramını öğrenmelerine etkisi*. (Yüksek lisans tezi), Atatürk Üniversitesi.
- Atabay E., Çizel B., & Ajanovic, E. (2019). *Akıllı şehir araştırmalarının R programı ile bibliyometrik analizi*. 20. Ulusal Turizm Kongresi, Eskişehir, Türkiye, 16-19 Ekim 2019, vol.3, pp.1130- 1136.

- Babacan, V. (2018). Yûnus Emre metinlerinde sayılar. *TÜRK Uluslararası Dil Edebiyat ve Halk Bilimi Araştırmaları Dergisi*, 1(15), 270-204.
- Can, S. (2022). *Proje yaklaşımına dayalı eğitim programının okul öncesi dönem çocukların görsel algı ve matematik becerilerine etkisinin incelenmesi*. (Doktora tezi), Gazi Üniversitesi.
- Canoğlu, M. (2007). *Okul öncesi eğitim kurumuna devam eden 6 yaş grubu çocuklarda proje tabanlı öğrenmenin sezgisel matematik becerilerine etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi), Abant İzzet Baysal Üniversitesi.
- Chen, P. C., Li, M. N. & Yang, D. C. (2013). An effective remedial instruction in number sense for third graders in Taiwan. *New Waves-Educational Research & Development*, 16 (1), 3-21
- Cheung, S. K. (2012). *Promoting preschoolers' number sense and interest in learning mathematics: How should parents interact with their children during home numeracy activities?* (Doctoral dissertation), Chinese University of Hong Kong.
- Cihan, M. (2022). *Okul öncesi eğitimde drama yönteminin toplama ve çıkarma işlemi öğretimine katkısının incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi), Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi.
- Çekirdekçi, S. (2015). *İlkokul 4. sınıf öğrencileri için sayı hissi testinin geliştirilerek öğrencilerin sayı hislerinin incelenmesi*. (Doktora tezi), Marmara Üniversitesi.
- Çelik, M. (2022). Erken çocukluk matematik eğitimi çalışmalarının bibliyometrik profili. *Türkiye Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 7(1), 55-71.
- Çiçek, R. (2024). *Subitizing in preschool education: A bibliometric analysis*. *EJERCONGRESS* 2024, 105-109.
- Çoban, H., & Tezci, E. (2022). Mathematical reasoning: Bibliometric analysis of the literature. *OPUS Journal of Society Research*, 19(45), 88-102.
- Ding, Y. (2011). Scientific collaboration and endorsement: Network analysis of coauthorship and citation networks. *Journal of Informetrics*, 187-203. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.10.008>
- Dolma, P. (2002). *The relationship between estimation skill and computational ability of students in years 5, 7 and 9 for whole and rational numbers*. (Master thesis), Edith Cowan University.
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285-296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Dyson, N., Jordan, N., & Glutting, J. (2013). A number sense intervention for low income kindergartners at risk for mathematics difficulties. *Journal Of Learning Disabilities*, 46(2), 166-181. <https://doi.org/10.1177/0022219411410233>
- Ergenekon, E. (2023). *Matematik temalı hikâye okuma müdahalelerinin 4-6 yaş çocukların dil ve erken matematik becerilerine etkilerinin incelenmesi*. (Doktora tezi), Pamukkale Üniversitesi.
- Filiz, A. (2025). A bibliometric study on metacognition in mathematics education. *Multidisciplinary Reviews*, 8(8), 2025092-2025092.
- Flick, M. ve Kuchey, D. (2015). Contest corner: Increasing classroom discourse and computational fluency through number talks. *Ohio Journal of School Mathematics*, 71, 39-41.
- Garfield, E. (1988). Announcing the SCI Compact disc edition: CD-ROM gigabyte storage technology, novel software, and bibliographic coupling make desktop research and discovery a reality. *Current Contents*, 22, 3-13.
- 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>
- Gökdağ, A. (2020). *Okul öncesi 5-6 yaş çocukların sayı algısı ve bilişsel esneklik düzeylerinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi), Bahçeşehir Üniversitesi.
- Gözüm, A.İ.C., Özberk, E.H., Kaya, Ü.Ü., & Uyanık Aktulun, Ö. (2024). Number sense across the transition from preschool to elementary school: A latent profile analysis. *Early Childhood Education Journal*, 52(6), 1221-1243. <https://doi.org/10.1007/s10643-023-01511-w>
- Greeno, J. G. (1991). Number sense as situated knowing in a conceptual domain. *Journal for Research in Mathematics Education*, 22(3), 170-218. <https://doi.org/10.2307/749074>

- Griffin, S., (2004). Building number sense with number worlds: A mathematics program for young children. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 173-180. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.012>
- Gülbağcı-Dede, H. (2015). *İlköğretim ve ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının sayı hissinin incelenmesi*. (Doktora tezi), Marmara Üniversitesi.
- Güleç, N., & İvrendi, A. (2017). 5-6 yaş çocuklarının sayı kavramı becerilerinin ebeveyn ve öğretmen değişkenleri açısından yordanması. *Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(1), 81-98. <https://doi.org/10.16986/HUJE.2016018516>
- Halberda, J., Mazocco, M. M., & Feigenson, L. (2008). Individual differences in non-verbal number acuity correlate with maths achievement. *Nature*, 455(7213), 665-668.
- Harç, S. (2010). *6. sınıf öğrencilerinin sayı duygusu kavramı açısından mevcut durumlarının analizi*. (Yüksek lisans tezi), Marmara Üniversitesi.
- Howden, H. (1989). Teaching number sense. *Arithmetic Teacher*, 36(6), 6-11.
- Ivrendi, A. (2016). Choice-driven peer play, self-regulation and number sense. *European Early Childhood Education Research Journal*, 24(6), 895-906.
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Nabors Oláh, L., & Locuniak, M. N. (2006). Number sense growth in kindergarten: A longitudinal investigation of children at risk for mathematics difficulties. *Child development*, 77(1), 153-175.
- Julius, R., Halim, MSAH., Hadi, NA., Alias, AN., Khalid, MHM., Mahfodz, Z. & Ramli, FF. (2021), Bibliometric Analysis of Research in Mathematics Education using Scopus Database, *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(12), <https://doi.org/10.29333/ejmste/11329>
- Karaca, Ş. A., & Köksal, M. S. (2024). Matematik ve yaratıcılık: Bir bibliyometrik analiz. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty*, 43(2), 1467-1502.
- Karakoç, S. (2022). *Sayı duygusu çalışmalarının incelenmesi: Bir meta-sentez çalışması*. (Yüksek lisans tezi), Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi.
- Kayhan Altay, M. (2010). *İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin sayı duyularının; sınıf düzeyine, cinsiyete ve sayı duygusu bileşenlerine göre incelenmesi*. (Doktora tezi), Hacettepe Üniversitesi.
- Kermani, H. (2017). Computer mathematics games and conditions for enhance young children's learning of number sense. *Malaysian Journal of Learning and Instruction (MJLI)*, 14 (2), 23-57.
- Kilimlioğlu, M. Ç. (2018). *5-6 yaş çocuklarının etkileşimli oyunları ile sözel dil başarımları ve sayı hissi arasındaki ilişkinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi), Pamukkale Üniversitesi.
- Küçükay, S. (2022). *Türkiye'de sayı hissi üzerine hazırlanmış lisansüstü tezlerin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi), Eskişehir Osmangazi Üniversitesi.
- LeFevre, J. A., Skwarchuk, S. L., Smith-Chant, B. L., Fast, L., Kamawar, D., & 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.
- LeFevre, J. A., Fast, L., Skwarchuk, S. L., Smith-Chant, B. L., Bisanz, J., Kamawar, D., & Penner-Wilger, M. (2010). Pathways to mathematics: Longitudinal predictors of performance. *Child development*, 81(6), 1753-1767.
- Liang, Y., Zhang, L., Long, Y., Deng, Q., & Liu, Y. (2020). Promoting effects of RtIbased mathematical play training on number sense growth among low-SES preschool children. *Early Education and Development*, 31(3), 335-353. <https://doi.org/10.1080/10409289.2019.1664261>
- McIntosh, A., Reys, B.J. & Reys, R.E. (1992). A proposed framework for examining basic number sense. *For the Learning of Mathematics*, 12(3), 2-8. <https://flm-journal.org/Articles/94F594EF72C03412F1760031075F2.pdf>
- Mildenhall, P. (2014). Number sense development in the pre-primary classroom: How is it communicated?. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 19(3), 6-10.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2020). *Standards for the preparation of secondary mathematics teachers*. Reston, VA.

- Nurhayati, F., & Rasyid, H. (2019). Implementation of outdoor games to improve 4-5 year old childrens number sense. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 3(1), 10. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v3i1.133>
- Önkol, F.L. (2012). *Erken sayı testi'nin uyarlanması ve erken sayı gelişim programı'nın altı yaş çocukların sayı gelişimlerine etkisinin incelenmesi*. (Doktora tezi), Marmara Üniversitesi.
- Özbilen, Y. (2023). *Okul öncesi dönem çocuklarının erken matematik becerileri kazanımında harekete dayalı etkinliklerin etkisi*. (Yüksek lisans tezi), Mersin Üniversitesi.
- Özer, A., Kayhan Altay, M., Alkaş Ulusoy, Ç., & Umay, A. (2024). Okul öncesi dönemi çocuklarının sayı büyüklüklerini anlamlandırma yolları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 44(1), 867-897. <https://doi.org/10.17152/gefad.1306872>
- Palabıyık, E. (2022). *Okul öncesi ve ilköğretim öğrencilerinin sayı hissi becerilerinin incelenmesi*. (Doktora tezi), Gazi Üniversitesi.
- Parrish, S. (2010). *Number talks helping children build mental math and computation strategies*. Math Solutions.
- Peker, E. (2019). *Ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin sayı duygusu performanslarının incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi), Uşak Üniversitesi.
- Poçan, S. (2023). Matematik eğitiminde dijital oyun tabanlı öğrenme üzerine bibliyometrik analiz. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 648-669. DOI: 10.17679/inuefd.1215903
- Purpura, D. J., Hume, L. E., Sims, D. M., & Lonigan, C. J. (2011). Early literacy and early numeracy: The value of including early literacy skills in the prediction of numeracy development. *Journal of experimental child psychology*, 110(4), 647-658.
- Purpura, D. J., & 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.
- Purpura, D. J., Napoli, A. R., Wehrspann, E. A., & Gold, Z. S. (2017). Causal connections between mathematical language and mathematical knowledge: A dialogic reading intervention. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 10(1), 116-137.
- Ramani, G. B., & Siegler, R. S. (2011). Reducing the gap in numerical knowledge between low-and middle-income preschoolers. *Journal of applied developmental Psychology*, 32(3), 146-159.
- Reys, R. E., & Yang, D. C. (1998). Relationship between computational performance and number sense among sixth-and eighth-grade students in Taiwan. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(2), 225-237. <https://doi.org/10.2307/749900>
- Schacter, J., Shih, J., Allen, C. M., DeVaul, L., Adkins, A. B., Ito, T., & Jo, B. (2016). Math shelf: A randomized trial of a prekindergarten tablet number sense curriculum. *Early Education and Development*, 27(1), 74-88. <https://doi.org/10.1080/10409289.2015.1057462>
- Schnepel, S., Krähenmann, H., Sermier Dessemontet, R., & Moser Opitz, E. (2020). The mathematical progress of students with an intellectual disability in inclusive classrooms: results of a longitudinal study. *Mathematics Education Research Journal*, 32(1), 103-119.
- Siegler, R. S., & Ramani, G. B. (2008). Playing linear numerical board games promotes low-income children's numerical development. *Developmental science*, 11(5), 655-661.
- Starkey, P., Klein, A., & Wakeley, A. (2004). Enhancing young children's mathematical knowledge through a pre-kindergarten mathematics intervention. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 99-120. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.002>
- Susperreguy, M. I., Di Lonardo Burr, S., Xu, C., Douglas, H., & LeFevre, J. A. (2020). Children's home numeracy environment predicts growth of their early mathematical skills in kindergarten. *Child development*, 91(5), 1663-1680.
- Şahin, D. (2018). *Ortaokul 6-8. sınıf öğrencilerinde aritmetik performans ile sayı duygusu arasındaki ilişki*. (Yüksek lisans tezi), Gaziantep Üniversitesi.
- Şengül, S. (2013). Identification of number sense strategies used by pre-service elementary teachers. *Educational Sciences: Theory ve Practice*, 13(3), 1965-1974.
- Şengül, S., & Gülbağcı Dede, H. (2014). Matematik öğretmenlerinin sayı hissi problemlerini çözerken kullandıkları stratejiler. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 5(1), 73-88. <https://doi.org/10.16949/turcomat.67936>

- Träff, U., Leven, A., Östergren, R., & Schöld, D. (2020). Number magnitude processing and verbal working memory in children with mild intellectual disabilities. *Developmental Neuropsychology*, 45(3), 139-153.
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2013). VOSviewer manual. *Leiden: Univeriteit Leiden*, 1(1), 1-53.
- Van de Walle, J. A., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. M. (2013). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally*, (8th ed.). Pearson.
- Verma, R., Lobos-Ossandón, V., Merigó, J.M., Cancino, C. & Sienz, J (2020). Forty years of applied mathematical modelling: A bibliometric study, *Applied Mathematical Modelling*, 89, 1177-1197.
- Whitehead, H. L., & Hawes, Z. (2023). Cognitive foundations of early mathematics: investigating the unique contributions of numerical, executive function, and spatial skills. *Journal of Intelligence*, 11(12), 221.
- Wilson, A. J., Dehaene, S., Dubois, O., & Fayol, M. (2009). Effects of an adaptive game intervention on accessing number sense in low-socioeconomic-status kindergarten children. *Mind, Brain, and Education*, 3(4), 224-234.
- Yakut, M. (2020). *İlkokul ikinci sınıf öğrencilerinin sayı hissi düzeylerinin addie öğretim tasarımı temelinde geliştirilmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi), Bozok Üniversitesi.
- Yang, D.C., & Wu, W.R. (2010). The study of number sense: Realistic activities integrated into third-grade math classes in Taiwan. *The Journal of Educational Research*, 103(6), 379-392. <https://doi.org/10.1080/00220670903383010>
- Yaşar Yusuımut, B. (2023). *Erken çocuklukta öz düzenleme ve problem çözme: Sayı hissinin aracı rolü*. (Yüksek lisans tezi), Kafkas Üniversitesi.
- Yenilmez, K., & Yıldız, Ş. (2018). 7. sınıf öğrencilerinin rasyonel sayılar konusunda kullandıkları sayı duygusu stratejilerinin incelenmesi. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 11(July), 457-485. <https://doi.org/10.30831/akueg.349650>
- Yılmaz, Z. (2017). Young children's number sense development: Age related complexity across cases of three children. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 9(4), 891-902.
- Yılmaz-Yenioğlu, B., & Sönmez-Kartal, M. (2023). The effectiveness of the activity package based on direct instruction method in developing the number sense of children with intellectual disabilities. *Ozel Egitim Dergisi*, 24(1).
- Yörür, K. (2022). *Kırsal bölgelerde ve şehir merkezinde öğrenim gören öğrencilerin sayı hissi becerilerinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Akdeniz Üniversitesi.

Received: 26 July 2025

Accepted: 16 Oct 2025

A Bibliometric Analysis of Number Sense Research in the Preschool Period (1999-2025)

Nuran TUTKUN¹

¹Independent Researcher, İstanbul, Türkiye, e-mail: nurantutkun@hotmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7588-7839>

Corresponding Author: Nuran Tutkun, İstanbul, Türkiye

Abstract

Number sense constitutes the foundation of children's early mathematical thinking skills and plays a crucial role in their subsequent academic achievement. This study aims to identify developmental trends in the field by analyzing scientific publications on number sense during the preschool period using bibliometric methods. A total of 345 studies were included in the analysis by searching the Web of Science (WoS) database using the keyword “number sense” in combination with preschool-related terms (“preschool,” “pre-k,” “early childhood,” “pre-school,” “kindergarten,” “pre-kindergarten,” and “nursery school”) in the title, abstract, and keyword fields. The dataset spans publications from 1999 to 2025 and was analyzed using VOSviewer software based on parameters such as keyword co-occurrence, co-citation, and author collaboration. The findings reveal that earlier studies on number sense predominantly emphasized environmental and developmental factors, whereas more recent research has increasingly focused on cognitive and linguistic aspects. The results also highlight a marked rise in scholarly output from Turkey, particularly after 2020, with a growing emphasis on preschool-centered investigations. Therefore, number sense is conceptualized as a multidimensional construct, and it is suggested that future research adopt more robust designs in both theoretical and applied contexts.

Keywords: Bibliometric Analysis, Number Sense, Preschool.

Introduction

Number sense refers to an individual's ability to make sense of concepts related to numbers and operations and to establish relationships between these concepts in a flexible, meaningful, and effective manner (Howden, 1989; McIntosh et al., 1992). Number sense is not limited to academic success; it is directly related to basic life skills such as evaluating numerical situations encountered in daily life, making logical decisions, and developing effective strategies (Şengül, 2013; Whitehead & Hawes, 2023).

Numbers play a fundamental role in many areas of human life, from science and art to economics and communication (Babacan, 2018). Understanding the concept of numbers and developing a sense of numbers from an early age is a crucial process that affects an individual's academic and life success. In the literature, number sense has been associated with multidimensional skills such as estimating, performing mental operations, evaluating numerical quantities, switching between different representations, developing flexible strategies, and judging the accuracy of calculations (Gersten and Chard, 1999; Van de Walle et al., 2013; Kayhan Altay, 2010; Parrish, 2010). Individuals with number sense prefer creative and



Tutkun, N. (2025). A Bibliometric Analysis of Number Sense Research in the Preschool Period (1999–2025). *Anatolian Turkish Journal of Education*, 7(2), 262-280. <https://doi.org/10.29329/ated.2025.1388.6>



flexible problem-solving methods instead of routine and prescriptive operations, develop alternative strategies, and evaluate their solutions through a logical filter (Reys & Yang, 1998; Şahin, 2018). In this context, number sense is not only a mathematical competence but also a skill that supports cognitive processes such as critical thinking, decision making, and discovering new ways (Gülbağcı-Dede, 2015; Harç, 2010; Peker, 2019). Kayhan Altay (2010) stated that number sense is defined as a way of thinking based on understanding and using numbers meaningfully, rather than rote learning. Dolma (2002) viewed number sense as a set of intuitively based mental actions.

Individuals with number sense can choose the most effective strategy in calculations, detect arithmetic errors, and grasp the relationships between numbers to make quick and logical inferences (Howden, 1989; NCTM, 2020). These characteristics increase individuals' mathematical achievement and positively influence their attitudes toward mathematics (Dyson et al., 2013; Yang & Wu, 2010). According to the theoretical framework developed by McIntosh, Reys, and Reys (1992), number sense is divided into three basic components in the international literature: number knowledge and skills, procedural knowledge and skills, and the effective use of these knowledge and skills in calculations. Similarly, Greeno (1991) defined number sense as a construct consisting of numerical estimation, flexible mental calculation, and the ability to make quantitative judgments. Yang and Wu (2010) defined number sense as a combination of creative thinking, understanding numerical relationships in daily life, making logical inferences, and developing solutions without over-reliance on rules.

The foundations of mathematical skills are laid in early childhood. Children's exposure to mathematics and the development of their mathematical thinking skills during this period directly impact their future learning processes. The National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2020), defines five learning domains: numbers and operations, algebra, geometry, measurement, and data analysis. These areas are structured to support the development of mathematical thinking, reasoning, and problem-solving skills in children.

The first of these areas, "numbers and operations," aims to help children understand the concept of numbers, establish relationships with numbers, and acquire fundamental counting, comparing, ordering, and performing operations. In this context, "number sense," a multidimensional construct encompassing understanding the basic meanings of numbers, developing flexible number-related thinking skills, and the ability to use numbers meaningfully in daily life, is directly related to this area (NCTM, 2020).

Children typically acquire their first experiences with number sense through play, interaction with objects, and environmental observations (Griffin, 2004). These experiences support intuitive thinking and lay the foundation for skills such as understanding the magnitude of numbers, ordering, grouping, and representing numbers in different ways (Güleç & İvrendi, 2017). Supporting number sense at an early age allows children to develop meaning-based and flexible thinking habits, rather than rote memorization, in their later mathematical learning (Gersten & Chard, 1999; Starkey et al., 2004). Furthermore, number sense is an important learning objective that encompasses not only the ability to perform operations but also higher-level cognitive skills, such as developing mathematical judgments, making predictions, and generating strategies. Therefore, within the scope of numbers and operations identified by the NCTM, number sense should be central to early childhood mathematics education and should be systematically supported during this period.

In Turkey, the concept of number sense has only recently begun to gain traction in the educational literature, but there are limited studies on the subject. Some of these studies aim to define the components of number sense, while others examine the effects of instructional interventions on these skills (Can, 2022; Canoğlu, 2007; Çekirdekçi, 2015; Harç, 2010; Özbilen,

2023; Şengül & Gülbağcı Dede, 2014; Yakut, 2020; Yaşar Yusumut, 2023; Yörür, 2022). However, the number of comprehensive and systematic interdisciplinary analyses focusing specifically on the preschool period is quite limited (Küçükay, 2022). Palabıyık (2022) examined number sense profiles in a study involving preschool and elementary school students and found that those with higher levels of number sense tended to perform better in mathematics. The findings indicate that while students predominantly rely on rule-based strategies when solving problems, the use of number sense-based approaches increases with grade level.

Among the interventions implemented to support the development of number sense in preschool, interactive play activities and computer- and tablet-supported math games are notably used as effective tools (İvrendi, 2016; Kilimlioğlu, 2018). Drama-based approaches and movement-based educational programs positively impact number sense and early math skills (Aslan, 2022; Cihan, 2022; Özbilen, 2023). Math-themed story-reading apps support both math and language skills (Ergenekon, 2023).

Self-regulation and cognitive flexibility have an impact on number sense in terms of cognitive skills (Yaşar Yusumut, 2023; Gökdağ, 2020). It has also been emphasized that the level of parental education influences children's number sense development (Arslan et al., 2022) and that children are more successful in counting but struggle with number recognition. In summary, studies on mathematics and number sense in early childhood in Turkey are limited and often fragmented into subfields. However, the multidimensional nature of this concept and its strong relationship with early learning necessitate a more in-depth approach to studying number sense (Chen et al., 2013; Palabıyık, 2022; Yenilmez & Yıldız, 2018).

In this context, a bibliometric examination of national and international publications focused on number sense in the preschool period, accessible through the Web of Science (WoS) database, will contribute to understanding the direction, intensity, and evolution of research conducted in the field over time. This study will provide a systematic overview of studies in the field and serve as a guide for both researchers and practitioners.

Method

This study used bibliometric analysis to systematically examine scientific publications on number sense in preschool. Bibliometrics is a research method that aims to evaluate and analyze published scientific literature from a quantitative perspective (Ding, 2011). This method allows us to reveal various structures, such as publication trends in a specific research field, interdisciplinary collaboration networks, the most influential authors, countries, and keywords, through numerical data (Donthu et al., 2021). In recent years, thanks to advances in computer technology and high-speed internet access, such analyses have become more widespread and comprehensive (Atabay et al., 2019; Verma et al., 2020).

In this context, criterion sampling was used to determine the publications to be included in the study. Criterion sampling is a type of purposive sampling that involves selecting information sources that meet certain prerequisites or standards (Patton, 2021). In this study, the inclusion criteria for sources were as follows: (1) being indexed in the Web of Science database; (2) containing both the term “number sense” and at least one preschool-related term such as “preschool,” “pre-k,” “early childhood,” “pre-kindergarten,” “kindergarten,” or “nursery school”; (3) featuring these keywords in the title, abstract, or keyword fields; (4) being an article; and (5) being categorized within the field of education.

Study Sample

In this study, the Web of Science (WoS) database was searched on July 23, 2025, using the “or” operator in the title, abstract, and keyword fields for the keywords “number sense” and

“preschool,” “pre-k,” “early childhood,” “pre-school,” “kindergarten,” “pre-kindergarten,” and “nursery school.” Approximately 400 publications obtained in the first stage of the search constituted the analysis universe of the study. A prisma flow diagram illustrating the data acquisition process is presented in Figure 1.

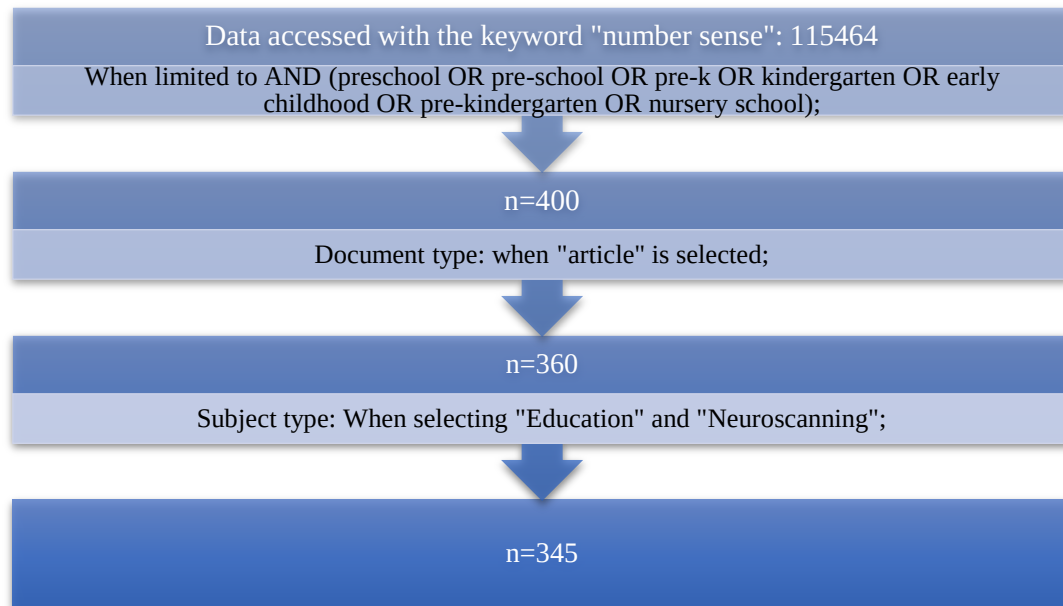


Figure 1

Data selection flowchart

When the WoS database was filtered to identify articles on number sense for preschool children, a total of 345 studies were obtained between 1999 and 2025. A graph showing the distribution of these studies by year is presented in Figure 2.

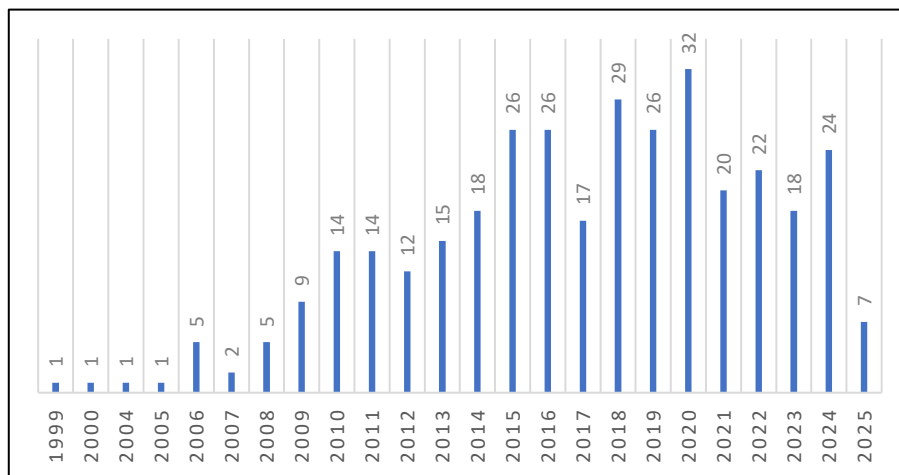


Figure 2

Number of publications by year (WoS, July 2025)

When the number of publications by year is generally evaluated in Figure 2, it can be said that academic studies on number sense in the preschool period have increased since 2006. The decrease in 2021 may have been due to difficulties in conducting studies during the COVID-19 pandemic in 2020. In subsequent years, a renewed upward trend in the number of publications is observed. Furthermore, the apparent decrease in 2025 is due to the data being retrieved from WoS in July 2025.

Data Analysis

In this study, 345 academic publications obtained from the Web of Science were analyzed using bibliometric analysis with VOSviewer (Version 1.6.20) software. The data were cleaned and categorized according to sub-research topics before analysis. During the analysis, basic bibliometric characteristics such as publication year, authors, keywords, journals, citation counts, and sources were evaluated in detail. Using VOSviewer, relationships between bibliographic data were visualized, revealing cluster analysis, collaboration networks, and thematic densities. This software is a powerful tool for interpreting relationships between scientific data and identifying developmental patterns in research fields (Van Eck & Waltman, 2013).

The resulting data were analyzed using various metrics, including bibliographic coupling, co-citation analysis, and keyword co-occurrence. Bibliographic coupling refers to relational structures formed when two different publications cite the same third source, while co-citation refers to relational structures formed when two publications are cited together in the same source (Garfield, 1988). These methods provide important information for understanding the level of interaction between studies. As a result of the analyses, research trends on number sense in preschool, prominent conceptual themes, and influential publications in terms of citation were systematically identified. This mapped the existing body of knowledge in the field and revealed structural patterns that could inform future research.

Findings

In this section of the study, the findings related to the analysis of the number sense activities conducted in the preschool period, accessed through WoS, are presented separately under subheadings using the VOSviewer software program.

Keywords

When the WoS data were filtered for the purpose of the study, it is unsurprising that the most frequently used keywords in Figure 3 were “number sense,” “mathematics,” and “pre-k.” During the data cleaning process, keywords with similar meanings were combined, resulting in a total of 662 keywords. When these keywords were limited to being used five or more times, 44 keywords were included in the analysis. For example, expressions representing the preschool period, such as pre-k, preschool, pre-school, kindergarten, and pre-kindergarten, were combined under a single keyword “pre-k”. A density visualization of keyword frequency was created using VOSviewer software and is presented in Figure 3.

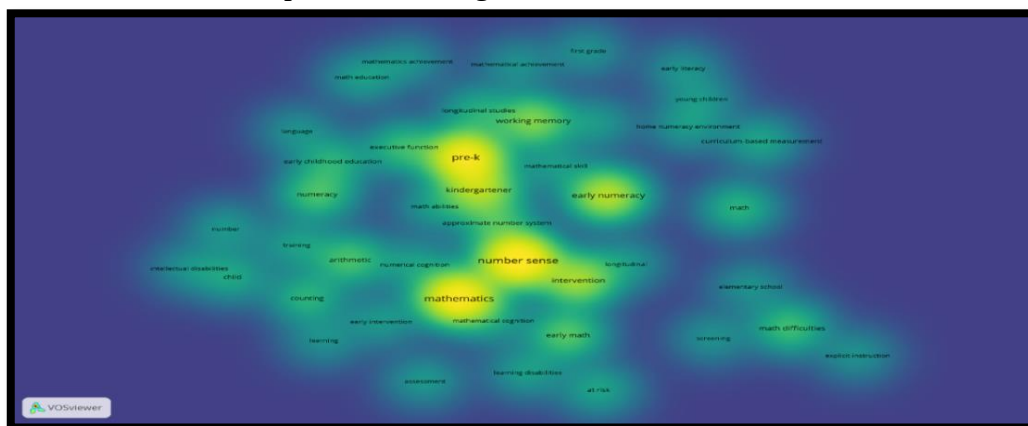


Figure 3
Keyword density visualization (WoS, July 2025)

*The figure illustrates the density distribution of the 44 most frequently used keywords -each appearing more than five times- in publications on number sense in preschool between 1999 and 2025. Keywords with higher density are represented in brighter colors.

References

A total of 137 sources were identified as a result of the analysis of source citation frequency using VOSviewer software. When limited to sources with 100 or more citations, 28 sources were identified. The top five most cited journals among these are presented in Table 1.

Table 1

Most cited journals (WoS, July 2025)

Order	Journal Name	Number of Citations
1	Child Development	1168
2	Nature	1067
3	Early Childhood Research Quarterly	751
4	Journal of Experimental Child Psychology	747
5	Journal of Learning Disabilities	733

Table 1 lists the five most cited academic journals in the WoS database as of July 2025 on the topic of number sense. *Child Development* tops the list with 1,168 citations, indicating that studies in this field are often addressed within the context of child development. The fact that a multidisciplinary, high-impact journal like *Nature* ranks second suggests that number sense research extends beyond educational sciences and attracts interest from broader academic fields. *Early Childhood Research Quarterly* (751 citations), ranking third, highlights the importance of preschool-related studies within this area.

The *Journal of Experimental Child Psychology* (747 citations) and the *Journal of Learning Disabilities* (733 citations) demonstrate that the relationship between number sense and cognitive processes, learning disabilities, and child psychology is frequently explored. This table reveals that research on number sense is largely conducted at the intersection of developmental psychology, early childhood education, and special education.

Countries

When examining collaboration between countries, limited by the criterion of having at least two publications, 29 countries stand out. These countries are grouped into four clusters with a total of 63 links. The countries with the most publications are the United States (n=159), Belgium (n=27), and the Netherlands (n=26), respectively. A network visualization of publication collaborations between countries is presented in Figure 5.

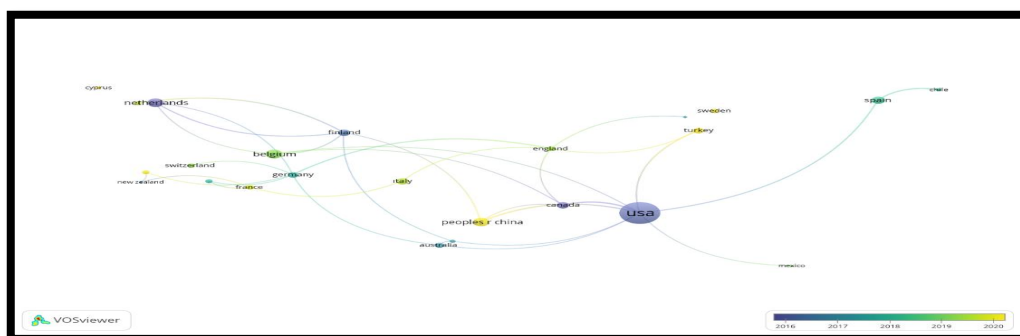


Figure 5

Network visualization of publication collaborations between countries (WoS, July 2025)

*This network visualization illustrates collaborations among countries with at least two publications on number sense in preschool education between 1999 and 2025. Countries are divided into four clusters. Nodes represent

countries, lines represent shared publication connections, colors indicate clusters, and node sizes reflect the number of publications.

Figure 5 shows that 12 studies originating from Turkey are included in the bibliometric dataset. The majority of these publications were published in 2020 or later, marking the period when Turkey's scientific contributions to number sense in preschool education began to emerge. This demonstrates that academic interest in the subject is relatively recent in Turkey, and that its involvement in the international literature has gained momentum in recent years. Furthermore, the network visualization reveals Turkey's connections with the United States and the United Kingdom, indicating developing international scientific collaborations in number sense research.

The significant increase in academic publications on number sense in Turkey after 2020 can be attributed to several structural and societal developments. During this period, the updating of preschool education programs and policies, the increased use of digital technologies in education, the widespread adoption of play-based learning, and the growing public awareness of the importance of early childhood education after the COVID-19 pandemic may have contributed to shifting research interest toward the preschool period. Additionally, academic incentive systems in Turkey and international publication-focused performance criteria may have accelerated research trends in previously underexplored areas such as number sense. However, for this growth to be sustained, further studies are needed to both produce high-quality knowledge in the field and to effectively transfer this knowledge into educational practice.

Authors

Before conducting the author analysis of 345 studies using VOSviewer software, data cleaning was performed to combine different name variants belonging to the same author under a single standardized name. For example, "Jordan, Nancy," "Jordan, N.," and "Jordan, Nancy C." were standardized to "Jordan, N." This process resulted in a total of 811 unique authors. When limited to those with three or more publications, 77 authors were included in the analysis. The number of publications, citation counts, and total link strength of the top ten authors are presented in Table 2.

Table 2

Authors with the most publications (WoS, July 2025)

Order	Author	Publication Count	Citation Count	Total Link Strength
1	Clarke, B.	25	494	25
2	Smolkowski, K.	19	418	19
3	Baker, S.	17	494	17
4	Doabler, C.	17	392	17
5	Fien, H.	16	390	16
6	Van Luit, J.	15	705	15
7	Kosty, D.	13	193	13
8	Jordan, N.	13	1335	8
9	Verschaffel, L.	12	179	12
10	De Smedt, B.	12	245	9

A total of 35 of these authors were grouped into five clusters. The authors with the highest link strength in these clusters are, respectively, Clarke, B. (LS=25), Verschaffel, L. (LS=12), Purpura, D. (LS=8), Jordan, N. (LS=8), and Nelson, G. (LS=2). Table 3 presents the top five most cited studies.

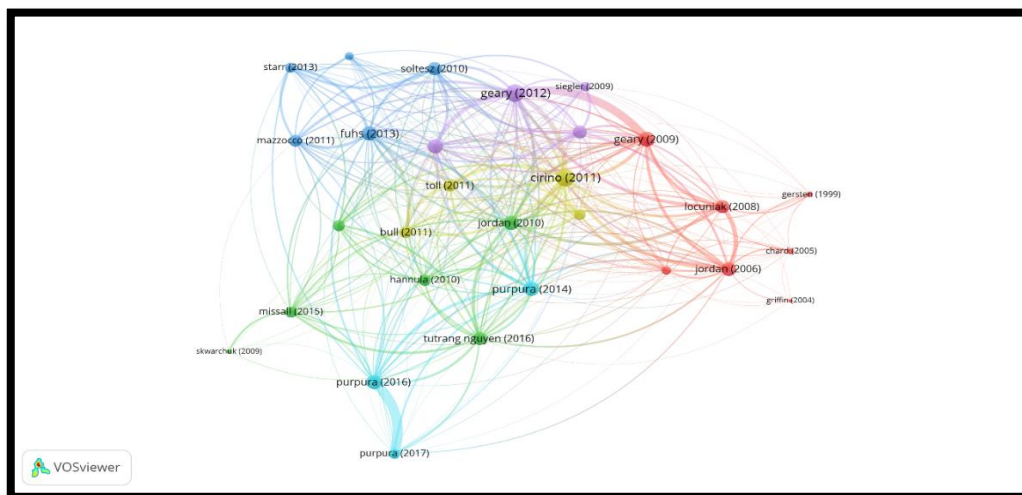
Table 3

Most cited studies (WoS, July 2025)

Author	Name of the Study	Number of Citations
Halberda vd., 2008	Individual differences in non-verbal number acuity correlate with maths achievement	1067
Lefevre vd., 2010	Pathways to mathematics: longitudinal predictors of performance	569
Jordan vd., 2006	Number sense growth in kindergarten: a longitudinal investigation of children at risk for mathematics difficulties	445
Mazzocco vd., 2011	Preschoolers' precision of the approximate number system predicts later school mathematics performance	313
Jordan vd., 2010b	The importance of number sense to mathematics achievement in first and third grades	265

In the most cited study listed in Table 3, Halberda et al. (2008) demonstrates the relationship between number sense and the approximate number system, which has evolutionary roots, and shows that interindividual differences in this system are related to academic mathematics achievement. These findings hold a significant place in the literature because they indicate that monitoring and supporting the development of number sense skills during the preschool period can directly impact later mathematical learning. LeFevre et al.'s (2010) longitudinal study highlights the decisive role of number sense, language skills, and early numerical experiences at home in predicting later mathematical achievement. This study has guided research in the field by demonstrating that number sense development interacts not only with individual but also with environmental factors.

In the bibliographic coupling analysis of 345 sources conducted using the VOSviewer software -that is, based on the principle that two documents are bibliographically coupled when they cite a third document together- a total of 29 sources were identified when limited to those with 100 or more citations. These sources were grouped into six clusters and have a total of 319 links and a total link strength of 1532. The network visualization of these sources is presented in Figure 6.

**Figure 6**

Bibliographic coupling network visualization of the sources (WoS, July 2025)

*This figure illustrates the connections formed based on shared references among publications meeting the bibliometric analysis criteria from 345 studies published between 1999 and 2025 in the WoS database. In the network created using VOSviewer software (v1.6.20), each node represents a scholarly publication, while edges

between nodes indicate similarity based on shared references. Cluster colors represent groups of publications with high thematic closeness. Publications with high link strength form the conceptual core of the field.

According to the bibliographic coupling analysis, Purpura (2016-2017) (LS: 39) and Geary (2009-2012) (LS: 33) stand out as sources with the highest link strength in the literature. This suggests that these studies share a common reference base and represent the conceptual core of number sense research. Purpura's work, in particular, frequently emphasizes the crucial role of mathematical language in explaining the development of number sense in early childhood. Purpura (2016) demonstrates that mathematical language strongly predicts children's numerical performance, independently of general language skills, while Purpura (2017) provides causal evidence that mathematical language intervention programs can enhance children's overall mathematical knowledge. These findings underscore the critical importance of domain-specific language skills in the development of number sense during the preschool period and highlight the effectiveness of early intervention programs.

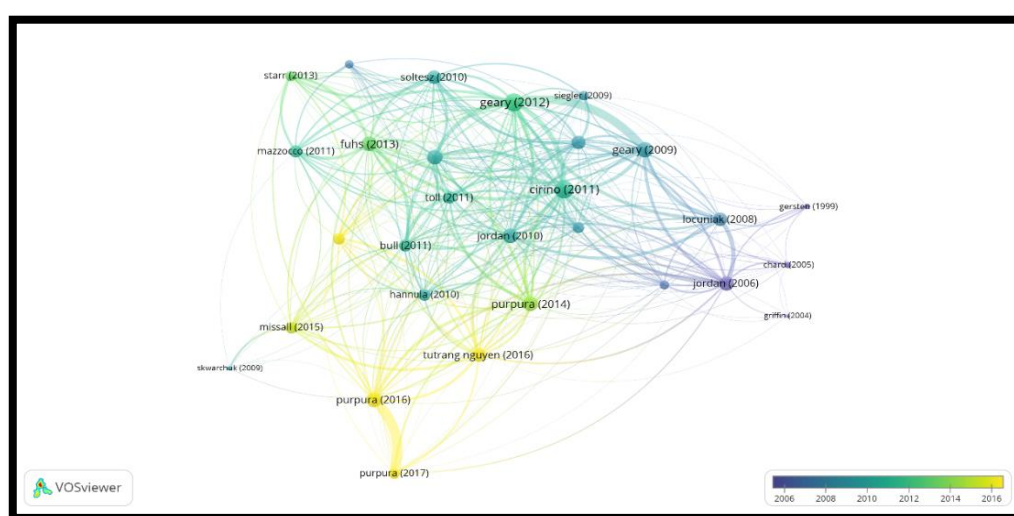


Figure 7
Bibliographic coupling network visualization of the sources by year (WoS, July 2025)

*The network visualization displays the bibliographic coupling patterns of number sense studies over the years.

Examining Figure 7 reveals that although both earlier and more recent studies focus on the development of number sense, the themes they address differ. For example, Jordan (2006) emphasizes general development, growth patterns, and socioeconomic factors, whereas Purpura (2016) concentrates specifically on the critical role of language -more precisely, mathematical language- in number sense development. Thus, while both studies contribute to the field of number sense, they can be seen as complementary, offering different perspectives based on their focus variables and approaches.

Co-Citation Analysis

In the co-citation analysis conducted using the VOSviewer software, a total of 11,030 sources cited by 345 studies were identified. When limited to sources with at least twenty citations, 109 sources were selected. These sources were grouped into three clusters. Additionally, they generated 5,340 links and a total link strength of 28,363. The network visualization of the co-citation analysis is presented in Figure 8.

Co-citation analysis network visualization (WoS, July 2025)

When examining Figure 8, it is notable that four different works by Jordan rank among the top ten sources with the highest link strength in the co-citation analysis. This underscores that Jordan's research on the development of early number sense is not only highly cited but also frequently cited alongside other foundational works, establishing a strong conceptual link within the literature. By addressing themes such as number sense, mathematical problem solving, and early individual differences, Jordan's contributions stand as a cornerstone in the field.

This study analyzed 345 academic publications on number sense in the preschool period through bibliometric methods, revealing the developmental trajectory of this field within the scientific literature. The findings indicate that research on number sense has undergone an evolutionary progression over time, both in terms of thematic focus and methodological approaches. Considering that the studies conducted in our country follow a similar developmental course, in the early stages, number sense was evaluated together with the general developmental characteristics of children; it was especially discussed in relation to demographic and cognitive variables such as socioeconomic status (Ivrendi, 2016; Ramani & Siegler, 2011; Siegler & Ramani, 2008; Wilson et al., 2009), gender differences (Önkol, 2012; Schacter et al., 2016) and language skills (Kilimlioğlu, 2018). For instance, Purpura et al. (2011) demonstrated that language skills are strong predictors of mathematical development in preschool children, while Yılmaz (2017) emphasized the critical interaction between number sense and language development in early intervention programs. Jordan et al.'s (2006) study, with its broad framework, made significant contributions to understanding individual differences and early mathematical development.

272

robustly predict children's numerical performance, and Purpura et al. (2017) provided causal evidence that intervention programs targeting these skills enhance early mathematics achievement. These findings underscore the importance of domain-specific language skills alongside cognitive development in number sense research. Accordingly, the field appears to have evolved from broad examinations of growth trends and environmental factors to more focused investigations of specific cognitive mechanisms. Supporting this trend, Çiçek (2024), in her bibliometric study on subitization -a fundamental cognitive component of number sense- highlighted the increasing volume of research in this area.

Bibliographic matching and co-citation analyses illuminate the foundational studies shaping the conceptual core of preschool number sense literature. The high citation counts of works by Jordan and Purpura, along with their shared references with other publications, demonstrate their pivotal roles in the field's development. Notably, four of Jordan's studies ranked among the top ten in co-citation analysis, underscoring their influence on the theoretical framework of number sense research. Comparing these findings with Çelik's (2022) bibliometric study on early childhood mathematics education reveals Clarke, B., and Verschaffel, L. as other prominent contributors.

Keyword analysis further revealed that number sense research is enriched by associations with diverse themes. Alongside core terms like "pre-k," "early numeracy," and "mathematics," the recent emergence of concepts such as "home numeracy environment," "intellectual disabilities," and "socioeconomic status" reflects an integrated approach considering both environmental and individual factors. For example, studies investigating the role of mathematical stimulation in the home environment (LeFevre et al., 2010) highlight the importance of environmental influences. Additionally, increased inclusion of individuals with special needs in research emphasizes varied developmental trajectories and individual differences related to number sense (Schnepel et al., 2020; Träff et al., 2020).

In cross-country collaboration analyses, the United States emerges as the leading contributor, with European countries such as Belgium and the Netherlands also playing significant roles. This dominance aligns with findings from other bibliometric studies in mathematics education (Çelik, 2022; Çiçek, 2024; Çoban & Tezci, 2021; Julius et al., 2021; Karaca & Köksal, 2024; Poçan, 2023). Turkey has demonstrated notable growth in scientific output on number sense, particularly post-2020, with increased visibility fostered by international collaborations, especially with the United States and the United Kingdom. Similar patterns of collaboration are observed in Turkey's research on digital games in mathematics education (Poçan, 2023). Conversely, other countries emerge in bibliometric studies focusing on different themes; for instance, Germany holds a prominent position in research on metacognition in mathematics education (Filiz, 2025). These thematic differences appear to influence the scientific contributions of countries.

Research in Turkey aligns with these international trends. Gözümlü et al. (2024) reported that preschool education positively impacts number sense profiles, highlighting the importance of educational quality during this period for later mathematics achievement. Gökdağ (2020) found a positive correlation between number sense and cognitive flexibility, while Yaşar Yusuymut (2023) demonstrated that self-regulation skills directly influence number sense development. These findings indicate that number sense growth is closely related not only to direct instruction but also to cognitive processes and individual differences.

Intervention studies in Turkey further support the effectiveness of pedagogical approaches. For example, Cihan (2022) showed that drama-based teaching improves understanding of addition and subtraction concepts; Özbilen (2023) and Can (2022) found that action-based and project-based methods positively affect mathematics and visual perception skills. These results

suggest that number sense development benefits from child-centered, multisensory learning environments, beyond traditional numerical instruction. Additionally, story-based and conceptual teaching models have been shown to simultaneously enhance number sense and language development (Aslan, 2022; Ergenekon, 2023).

In an early study, LeFevre et al. (2010) demonstrated that mathematical input in the home environment plays a significant role in the development of children's number sense. These findings have been supported by subsequent research conducted in Türkiye. Studies specific to the Turkish context (Güleç & İvrendi, 2017; Özer et al., 2024; Karakoç, 2022) indicate that family involvement and the learning environment provided at home are key determinants of children's number concept skills. Furthermore, children from families with higher levels of parental education tend to exhibit stronger number sense performance (Gökdağ, 2020). However, although many of these children are successful in basic counting, they often struggle with more complex skills such as number recognition and comparison (Palabıyık, 2022; Gözüm et al., 2024).

An important contextual factor supporting number sense research in Turkey is the alignment of educational policies with international standards. The NCTM's (2000) *Principles and Standards for School Mathematics* report emphasized the necessity of laying mathematical foundations in the preschool period, highlighting early number sense development. Since 2012, Turkey's policy initiatives and investments have focused on increasing preschool enrollment, which in turn has influenced the volume of research on early childhood mathematics education. Thus, scientific interest in number sense is driven not only by theoretical advances but also by structural and policy reforms.

In conclusion, the findings demonstrate that research on number sense during the preschool period is shaped by an evolving scientific agenda, progressively adopting a more holistic perspective that integrates environmental, linguistic, social, and cognitive factors. Number sense is recognized not merely as a mathematical skill but as a multidimensional competence. Therefore, educational programs aiming to develop number sense should consider individual differences and environmental contexts from early childhood onward.

Conclusion and Recommendations

This study employed bibliometric methods to analyze the academic literature on number sense in the preschool period. Publications retrieved from the Web of Science (WoS) database were examined through conceptual, bibliographic, and thematic lenses using VOSviewer software. The findings indicate that the concept of number sense has evolved over time into a multidimensional construct that extends beyond purely mathematical skills to encompass cognitive, linguistic, and environmental factors.

Within the Turkish context, although research on number sense has predominantly focused on primary and secondary education levels (Karakoç, 2022; Küçükay, 2022), a notable increase in studies targeting preschool education has been observed since 2020. These studies have identified positive correlations between preschool education and number sense development. Additionally, the beneficial effects of drama, play, movement, and project-based teaching approaches on early mathematical thinking have been emphasized (Akuysal Aydoğan & Şen, 2011; Ergenekon, 2023; Kermani, 2017; Liang et al., 2020; Mildenhall, 2014; Nurhayati & Rasyid, 2019; Schacter et al., 2016; Yakut, 2020). Nevertheless, empirical research assessing number sense performance in preschool children remains limited. This suggests that number sense research in Turkey is still in its early developmental phase and warrants more extensive, in-depth empirical investigations.

Based on the findings, recommendations can be grouped into two main categories: policy and practice-oriented suggestions, and research-focused proposals.

From a policy and practice perspective, it is imperative to develop in-service training programs aimed at enhancing preschool teachers' knowledge and pedagogical skills related to number sense development. Designing these programs with practical, hands-on content to support number sense skills will empower teachers to implement more effective instructional strategies. Moreover, incorporating a stronger emphasis on number sense development within preschool curricula, alongside promoting play-based, drama-based, and movement-centered teaching methods, will facilitate earlier and more effective skill acquisition among children. Additionally, recognizing the vital role of families in number sense development, family-centered intervention programs that foster numerical awareness in home environments should be designed and implemented.

Regarding research recommendations, there is a need to increase the volume of studies on number sense and to incorporate direct, performance-based data collection methods. Given that number sense is a multidimensional construct linked not only to mathematical knowledge but also to cognitive flexibility, attention, self-regulation, and language skills, future research should adopt holistic designs that integrate these related variables. Furthermore, there is a pressing need to develop valid and reliable assessment tools specifically tailored to measure number sense performance within the Turkish context. Empirical studies employing qualitative, quantitative, and mixed-method approaches will provide richer insights into the developmental trajectory of number sense, its influencing factors, and effective instructional strategies.

This study, however, is subject to certain limitations. Bibliometric analyses cannot capture the full complexity of a research field in all its facets. In this context, the fact that the study was conducted solely on the Web of Science (WoS) database may have excluded some important studies from other databases. Additionally, the focus on article publications excludes other scholarly outputs such as book chapters, theses, and conference proceedings. Since bibliometric outcomes may vary depending on the software used, the reliance solely on VOSviewer introduces a specific technical constraint. Despite these limitations, this study contributes significantly by mapping academic trends in preschool number sense research from 1999 to 2025 and by delineating the current state of the field.

Declarations

Acknowledgements: Not applicable.

Conflict of Interest: The authors declare that they have no competing interests.

Funding: This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Ethics Approval and Consent to Participate: This study involved a bibliometric analysis of previously published articles retrieved from the Web of Science database. No primary data were collected from human participants. Consequently, this research does not constitute human subjects research and did not require approval from an ethics committee.

References

- Akuysal Aydoğan, S., & Şen, S. (2011). 6 yaş çocuklarının sayı kavramının gelişiminde kavram eğitim programının etkisinin incelenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(1), 38-51.
- Anders, Y., Rossbach, H.-G., Weinert, S., Ebert, S., Kuger, S., Lehl, S., & von Maurice, J. (2012). Home and preschool learning environments and their relations to the development of early numeracy skills. *Early Childhood Research Quarterly*, 27(2), 231-244.
- Andrews, P., & Sayers, J. (2015). Identifying opportunities for grade one children to acquire foundational number sense: Developing a framework for cross-cultural classroom analyses. *Early Childhood Education Journal*, 43, 257-267. <https://doi.org/10.1007/s10643-014-0653-6>
- Arslan, A., Kartal, S., & Kozu, A. (2022, June 29-30). *Okul öncesi dönemdeki çocukların erken sayı değerlendirme becerileri* [Early numeracy assessment skills of pre-school children]. 14th Eurasian Conference on Language and Social Sciences, University of Gjakova "Fehmi Agani," Kosovo.
- Aslan, A. S. (2022). *Drama yönteminin okul öncesi eğitime devam eden 5-6 yaş grubu çocukların rakam kavramını öğrenmelerine etkisi* [Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi].
- Atabay, E., Çizel, B., & Ajanovic, E. (2019, October 16-19). Akıllı şehir araştırmalarının R programı ile bibliometrik analizi. In 20. *Ulusal Turizm Kongresi* (Vol. 3, pp. 1130-1136). Eskişehir, Türkiye.
- Babacan, V. (2018). Yünus Emre metinlerinde sayılar. *TÜRK Uluslararası Dil Edebiyat ve Halk Bilimi Araştırmaları Dergisi*, 1(15), 270-204.
- Can, S. (2022). *Proje yaklaşımına dayalı eğitim programının okul öncesi dönem çocukların görsel algı ve matematik becerilerine etkisinin incelenmesi* [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi].
- Canoğlu, M. (2007). *Okul öncesi eğitim kurumuna devam eden 6 yaş grubu çocuklarda proje tabanlı öğrenmenin sezgisel matematik becerilerine etkisi* [Yüksek lisans tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi].
- Cheung, S. K. (2012). *Promoting preschoolers' number sense and interest in learning mathematics: How should parents interact with their children during home numeracy activities?* [Doctoral dissertation, The Chinese University of Hong Kong].
- Cihan, M. (2022). *Okul öncesi eğitimde drama yönteminin toplama ve çıkarma işlemi öğretimine katkısının incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi].
- Çekirdekçi, S. (2015). *İlkokul 4. sınıf öğrencileri için sayı hissi testinin geliştirilerek öğrencilerin sayı hislerinin incelenmesi* [Doktora tezi, Marmara Üniversitesi].
- Çelik, M. (2022). Erken çocukluk matematik eğitimi çalışmalarının bibliyometrik profili. *Türkiye Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 7(1), 55-71.
- Çiçek, R. (2024). Subitizing in preschool education: A bibliometric analysis. In *EJERCONGRESS 2024* (pp. 105-109).
- Çoban, H., & Tezci, E. (2022). Mathematical reasoning: Bibliometric analysis of the literature. *OPUS Journal of Society Research*, 19(45), 88-102. <https://doi.org/10.26466/opusjsr.1062867>
- Ding, Y. (2011). Scientific collaboration and endorsement: Network analysis of coauthorship and citation networks. *Journal of Informetrics*, 187-203. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.10.008>
- Dolma, P. (2002). *The relationship between estimation skill and computational ability of students in years 5, 7 and 9 for whole and rational numbers* [Master's thesis, Edith Cowan University].
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285-296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Dyson, N., Jordan, N., & Glutting, J. (2013). A number sense intervention for low-income kindergartners at risk for mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 46(2), 166-181. <https://doi.org/10.1177/0022219411410233>
- Ergenekon, E. (2023). *Matematik temalı hikâye okuma müdahalelerinin 4-6 yaş çocukların dil ve erken matematik becerilerine etkilerinin incelenmesi* [Doktora tezi, Pamukkale Üniversitesi].
- Filiz, A. (2025). A bibliometric study on metacognition in mathematics education. *Multidisciplinary Reviews*, 8(8), 2025092.

- Flick, M., & Kuchey, D. (2015). Contest corner: Increasing classroom discourse and computational fluency through number talks. *Ohio Journal of School Mathematics*, 71, 39-41.
- Garfield, E. (1988). Announcing the SCI Compact disc edition: CD-ROM gigabyte storage technology, novel software, and bibliographic coupling make desktop research and discovery a reality. *Current Contents*, 22, 3-13.
- 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>
- Gökdağ, A. (2020). *Okul öncesi 5-6 yaş çocukların sayı algısı ve bilişsel esneklik düzeylerinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Bahçeşehir Üniversitesi].
- Gözüm, A. İ. C., Özberk, E. H., Kaya, Ü. Ü., & Uyanık Aktulun, Ö. (2024). Number sense across the transition from preschool to elementary school: A latent profile analysis. *Early Childhood Education Journal*, 52(6), 1221-1243. <https://doi.org/10.1007/s10643-023-01511-w>
- Greeno, J. G. (1991). Number sense as situated knowing in a conceptual domain. *Journal for Research in Mathematics Education*, 22(3), 170-218. <https://doi.org/10.2307/749074>
- Griffin, S. (2004). Building number sense with number worlds: A mathematics program for young children. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 173-180. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.012>
- Gülbağcı-Dede, H. (2015). *İlköğretim ve ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının sayı hissinin incelenmesi* [Doktora tezi, Marmara Üniversitesi].
- Güleç, N., & İvrendi, A. (2017). 5-6 yaş çocuklarının sayı kavramı becerilerinin ebeveyn ve öğretmen değişkenleri açısından yordanması. *Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(1), 81-98. <https://doi.org/10.16986/HUJE.2016018516>
- Halberda, J., Mazocco, M. M., & Feigenson, L. (2008). Individual differences in non-verbal number acuity correlate with maths achievement. *Nature*, 455(7213), 665-668. <https://doi.org/10.1038/nature07246>
- Harç, S. (2010). *6. sınıf öğrencilerinin sayı duygusu kavramı açısından mevcut durumlarının analizi* [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi].
- Howden, H. (1989). Teaching number sense. *Arithmetic Teacher*, 36(6), 6-11.
- İvrendi, A. (2016). Choice-driven peer play, self-regulation and number sense. *European Early Childhood Education Research Journal*, 24(6), 895-906. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2016.1239325>
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Nabors Oláh, L., & Locuniak, M. N. (2006). Number sense growth in kindergarten: A longitudinal investigation of children at risk for mathematics difficulties. *Child Development*, 77(1), 153-175. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2006.00862.x>
- Julius, R., Halim, M. S. A. H., Hadi, N. A., Alias, A. N., Khalid, M. H. M., Mahfodz, Z., & Ramli, F. F. (2021). Bibliometric analysis of research in mathematics education using Scopus database. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(12). <https://doi.org/10.29333/ejmste/11329>
- Karaca, Ş. A., & Köksal, M. S. (2024). Matematik ve yaratıcılık: Bir bibliyometrik analiz. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty*, 43(2), 1467-1502. <https://doi.org/10.7822/omuefd.1461606>
- Karakoç, S. (2022). *Sayı duygusu çalışmalarının incelenmesi: Bir meta-sentez çalışması* [Yüksek lisans tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi].
- Kayhan Altay, M. (2010). *İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin sayı duygularının; sınıf düzeyine, cinsiyete ve sayı duygusu bileşenlerine göre incelenmesi* [Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi].
- Kermani, H. (2017). Computer mathematics games and conditions for enhance young children's learning of number sense. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 14(2), 23-57.
- Kilimlioğlu, M. Ç. (2018). *5-6 yaş çocuklarının etkileşimli oyunları ile sözel dil başarımları ve sayı hissi arasındaki ilişkinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi].
- Küçükay, S. (2022). *Türkiye'de sayı hissi üzerine hazırlanmış lisansüstü tezlerin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi].
- LeFevre, J. A., Skwarchuk, S. L., Smith-Chant, B. L., Fast, L., Kamawar, D., & 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), 55-66.

- LeFevre, J. A., Fast, L., Skwarchuk, S. L., Smith-Chant, B. L., Bisanz, J., Kamawar, D., & Penner-Wilger, M. (2010). Pathways to mathematics: Longitudinal predictors of performance. *Child Development*, 81(6), 1753-1767. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01508.x>
- Liang, Y., Zhang, L., Long, Y., Deng, Q., & Liu, Y. (2020). Promoting effects of Rtl-based mathematical play training on number sense growth among low-SES preschool children. *Early Education and Development*, 31(3), 335-353. <https://doi.org/10.1080/10409289.2019.1664261>
- McIntosh, A., Reys, B. J., & Reys, R. E. (1992). A proposed framework for examining basic number sense. *For the Learning of Mathematics*, 12(3), 2-8. <https://flm-journal.org/Articles/94F594EF72C03412F1760031075F2.pdf>
- Mildenhall, P. (2014). Number sense development in the pre-primary classroom: How is it communicated? *Australian Primary Mathematics Classroom*, 19(3), 6-10.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2020). *Standards for the preparation of secondary mathematics teachers*. NCTM.
- Nurhayati, F., & Rasyid, H. (2019). Implementation of outdoor games to improve 4-5-year-old children's number sense. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 3(1), 10. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v3i1.133>
- Önkol, F. L. (2012). *Erken sayı testi'nin uyarlanması ve erken sayı gelişim programı'nın altı yaş çocukların sayı gelişimlerine etkisinin incelenmesi* [Doktora tezi, Marmara Üniversitesi].
- Özbilen, Y. (2023). *Okul öncesi dönem çocuklarının erken matematik becerileri kazanımında harekete dayalı etkinliklerin etkisi* [Yüksek lisans tezi, Mersin Üniversitesi].
- Özer, A., Kayhan Altay, M., Alkaş Ulusoy, Ç., & Umay, A. (2024). Okul öncesi dönemi çocuklarının sayı büyüklüklerini anlamlandırmaları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 44(1), 867-897. <https://doi.org/10.17152/gefad.1306872>
- Palabıyık, E. (2022). *Okul öncesi ve ilkokul öğrencilerinin sayı hissi becerilerinin incelenmesi* [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi].
- Parrish, S. (2010). *Number talks: Helping children build mental math and computation strategies*. Math Solutions.
- Peker, E. (2019). *Ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin sayı duygusu performanslarının incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Uşak Üniversitesi].
- Poçan, S. (2023). Matematik eğitiminde dijital oyun tabanlı öğrenme üzerine bibliyometrik analiz. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 648-669. <https://doi.org/10.17679/inuefd.1215903>
- Purpura, D. J., Hume, L. E., Sims, D. M., & Lonigan, C. J. (2011). Early literacy and early numeracy: The value of including early literacy skills in the prediction of numeracy development. *Journal of Experimental Child Psychology*, 110(4), 647-658.
- Purpura, D. J., & 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. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2015.12.020>
- Purpura, D. J., Napoli, A. R., Wehrspann, E. A., & Gold, Z. S. (2017). Causal connections between mathematical language and mathematical knowledge: A dialogic reading intervention. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 10(1), 116-137. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2011.07.004>
- Ramani, G. B., & Siegler, R. S. (2011). Reducing the gap in numerical knowledge between low- and middle-income preschoolers. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 32(3), 146-159. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2011.02.005>
- Reys, R. E., & Yang, D. C. (1998). Relationship between computational performance and number sense among sixth- and eighth-grade students in Taiwan. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(2), 225-237. <https://doi.org/10.2307/749900>
- Schacter, J., Shih, J., Allen, C. M., DeVaul, L., Adkins, A. B., Ito, T., & Jo, B. (2016). Math shelf: A randomized trial of a prekindergarten tablet number sense curriculum. *Early Education and Development*, 27(1), 74-88. <https://doi.org/10.1080/10409289.2015.1057462>

- Schnepel, S., Krähenmann, H., Sermier Dessemontet, R., & Moser Opitiz, E. (2020). The mathematical progress of students with an intellectual disability in inclusive classrooms: Results of a longitudinal study. *Mathematics Education Research Journal*, 32(1), 103-119. <https://doi.org/10.1007/s13394-019-00295-w>
- Siegler, R. S., & Ramani, G. B. (2008). Playing linear numerical board games promotes low-income children's numerical development. *Developmental Science*, 11(5), 655-661. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00714.x>
- Starkey, P., Klein, A., & Wakeley, A. (2004). Enhancing young children's mathematical knowledge through a pre-kindergarten mathematics intervention. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 99-120. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.002>
- Susperreguy, M. I., Di Lonardo Burr, S., Xu, C., Douglas, H., & LeFevre, J. A. (2020). Children's home numeracy environment predicts growth of their early mathematical skills in kindergarten. *Child Development*, 91(5), 1663-1680. <https://doi.org/10.1111/cdev.13353>
- Şahin, D. (2018). *Ortaokul 6-8. sınıf öğrencilerinde aritmetik performans ile sayı duyusu arasındaki ilişki* [Yüksek lisans tezi, Gaziantep Üniversitesi].
- Şengül, S. (2013). Identification of number sense strategies used by pre-service elementary teachers. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 13(3), 1965-1974.
- Şengül, S., & Gülbağcı Dede, H. (2014). Matematik öğretmenlerinin sayı hissi problemlerini çözerken kullandıkları stratejiler. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 5(1), 73-88. <https://doi.org/10.16949/turcomat.67936>
- Träff, U., Leven, A., Östergren, R., & Schöld, D. (2020). Number magnitude processing and verbal working memory in children with mild intellectual disabilities. *Developmental Neuropsychology*, 45(3), 139-153. <https://doi.org/10.1080/87565641.2020.1744606>
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2013). *VOSviewer manual*. Leiden University.
- Van de Walle, J. A., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. M. (2013). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally* (8th ed.). Pearson.
- Verma, R., Lobos-Ossandón, V., Merigó, J. M., Cancino, C., & Sienz, J. (2020). Forty years of applied mathematical modelling: A bibliometric study. *Applied Mathematical Modelling*, 89, 1177-1197. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2020.07.004>
- Whitehead, H. L., & Hawes, Z. (2023). Cognitive foundations of early mathematics: Investigating the unique contributions of numerical, executive function, and spatial skills. *Journal of Intelligence*, 11(12), 221. <https://doi.org/10.3390/jintelligence11120221>
- Wilson, A. J., Dehaene, S., Dubois, O., & Fayol, M. (2009). Effects of an adaptive game intervention on accessing number sense in low-socioeconomic-status kindergarten children. *Mind, Brain, and Education*, 3(4), 224-234. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2009.01075.x>
- Yakut, M. (2020). *İlkokul ikinci sınıf öğrencilerinin sayı hissi düzeylerinin ADDIE öğretim tasarımı temelinde geliştirilmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Bozok Üniversitesi].
- Yang, D. C., & Wu, W. R. (2010). The study of number sense: Realistic activities integrated into third-grade math classes in Taiwan. *The Journal of Educational Research*, 103(6), 379-392. <https://doi.org/10.1080/00220670903383010>
- Yaşar Yusuımut, B. (2023). *Erken çocuklukta öz düzenleme ve problem çözme: Sayı hissinin aracı rolü* [Yüksek lisans tezi, Kafkas Üniversitesi].
- Yenilmez, K., & Yıldız, Ş. (2018). 7. sınıf öğrencilerinin rasyonel sayılar konusunda kullandıkları sayı duyusu stratejilerinin incelenmesi. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 11, 457-485. <https://doi.org/10.30831/akueg.349650>
- Yılmaz, Z. (2017). Young children's number sense development: Age-related complexity across cases of three children. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 9(4), 891-902.

Yılmaz-Yenioğlu, B., & Sönmez-Kartal, M. (2023). The effectiveness of the activity package based on direct instruction method in developing the number sense of children with intellectual disabilities. *Özel Eğitim Dergisi*, 24(1). <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdergisi.942986>

Yörür, K. (2022). *Kırsal bölgelerde ve şehir merkezinde öğrenim gören öğrencilerin sayı hissi becerilerinin incelenmesi*[Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi].