



**T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TEMEL EĞİTİM ANABİLİM DALI**

**SAYI DUYUSU ÇALIŞMALARININ İNCELENMESİ: BİR
META-SENTEZ ÇALIŞMASI
(Yüksek Lisans Tezi)**

Semra KARAKOÇ

**Danışman
Doç. Dr. Ercan ATASOY**

**RİZE
2022**

KABUL VE ONAY

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Temel Eğitim Anabilim Dalında, Doç. Dr. Ercan ATASOY danışmanlığında, Semra KARAKOÇ tarafından hazırlanan “*Sayı Duyusu Çalışmalarının İncelenmesi: Bir Meta-Sentez Çalışması*” adlı bu tez çalışması, 18/07/2022 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği/oy çokluğuyla başarılı bulunarak jürimiz tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Unvanı, Adı SOYADI	İmza
Başkan :	Doç. Dr. Tuba AYDOĞDU İSKENDEROĞLU	
Üye :	Doç. Dr. Ercan ATASOY	
Üye :	Dr. Öğr. Üyesi Nimet PIRASA	

ETİK BEYAN

Sınıf Eğitimi Tezli Yüksek Lisans programından mezun olmak üzere teslim ettiğim “Sayı Duyusu Çalışmalarının İncelenmesi: Bir Meta-Sentez Çalışması” adlı tezim, bilim ve araştırma etiği prensiplerine riayet edilerek tarafımdan yazılmıştır.

Tez çalışmamda, başka kaynaklardan aktarılan bütün bilgi ve alıntılar, Enstitünüz Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak açıkça gösterilmiştir. Kaynağı gösterilenler dışında kalan bütün bilgiler uygun araştırma yöntemi kullanılarak tarafımdan edinilmiş ve esere bu şekilde yansıtılmıştır. Şahsıma ait olmayan hiçbir bilgi, kasıt veya kusurlar, şahsıma aitmiş gibi gösterilmemiştir. İnternet kaynakları dâhil, sahibine/kaynağına atıf yapılmaksızın hiçbir bilgi kullanılmamıştır. Aksinin ortaya çıkması halinde doğacak bütün hukuki, idari, akademik ve etik sorumluluk tarafıma ait olacaktır. Eserin tesliminden sonra herhangi bir zamanda, bilim etiğine aykırılık tespit edilmesi ve / veya eserimle ilgili intihal veya intihal şeklinde anlaşılabilecek bir durumun ortaya çıkması halinde; Üniversiteniz ve eğitim kadronuzun hiçbir şekilde sorumlu tutulmayacağını hür irademle kabul, beyan ve taahhüt ederim.

18/07/2022

Semra KARAKOÇ

ÖNSÖZ

Sayı duyusu kavramı üzerine yapılan “Sayı Duyusu Çalışmalarının İncelenmesi: Bir Meta-sentez Çalışması” başlığı altında hazırlanmış bir araştırmadır. Sayı duyusu kavramı hakkında yurt içi ve yurt dışı tez ve makale türünde yapılan çalışmalar meta-sentez yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir.

Yüksek lisans ders döneminde ve bu tezin hazırlanmasında bilgi ve tecrübeleri ile destek veren danışman hocam Doç. Dr. Ercan ATASOY’a öncelikle çok teşekkür ederim. Akademik kariyer planımın başından itibaren disiplin, etik, yöntem ve motivasyon desteği ile hep ulaşabildiğim kıymetli hocam Doç. Dr. Erhan TUNÇ’a teşekkür ederim.

Süreçte beni hiç yalnız bırakmayan en büyük destekçilerim, aynı mesleği paylaştığım babam öğretmen Necmettin KARAKOÇ, annem Birsen KARAKOÇ, kardeşlerim Altan KARAKOÇ, Çiğdem KARAKOÇ ve Esra (KARAKOÇ) ACAR’a ve katkı sağlayan herkese çok teşekkür ederim.

Semra KARAKOÇ

2022/RİZE

İÇİNDEKİLER

KABUL ve ONAY	I
ETİK BEYAN.....	II
ÖNSÖZ	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÖZET	VII
ABSTRACT.....	VIII
TABLolar LİSTESİ.....	IX
ŞEKİLLER LİSTESİ	X
KISALTMALAR.....	XI
GİRİŞ	1
1. KURAMSAL ÇERÇEVE.....	8
1.1. Sayı Duyusu Kavramı.....	8
1.2. Sayı Duyusunun Genel Nitelikleri	10
1.3. Sayı duyusunun Bileşenleri ve Gelişimi	12
1.3.1. McIntosh ve Diğerlerinin Sınıflandırması	13
1.3.2. Yang'ın Sınıflandırması.....	14
1.3.3. Greeno'nun Sınıflandırması.....	15
1.3.4. Markovits ve Sowder Sınıflandırması	15
1.3.5. Reys ve Diğerlerinin Sınıflandırması	15
1.4. Sayı Duyusuna Sahip Bireylerin Özellikleri.....	16
1.5. Sayı Duyusu ile İlgili Yapılan Tarama Çalışmaları.....	20
2. YÖNTEM	23

2.1.Çalışma Materyali.....	24
2.2. Çalışmaların Analizi.....	25
2.2.1. Verilerin_Toplanması.....	25
2.2.2. Verilerin Analizi.....	27
2.2.3. Geçerlilik ve Güvenirlik.....	29
2.3. Bulgular.....	31
2.3.1. Çalışmaların Türleri ile İlgili Bulgular.....	31
2.3.2.Çalışmalara Ait Amaç Tablosu.....	35
2.3.3. Çalışmalara Ait Örneklem Grubu ile İlgili Bulgular.....	39
2.3.4. Veri Analiz Türü ve Veri Toplama Araçları ile İlgili Bulgular.....	44
2.3.5. Çalışmaların Sonuçları ile İlgili Bulgular.....	47
3. TARTIŞMA	50
3.1. Sayı Duyusu Kavramının Çalışma Türüne Göre Tartışılması.....	51
3.2. Sayı Duyusu Kavramı Çalışmalarındaki Hedeflenen Amaçların Tartışılması	51
3.2.1. Sayı Duyusu Bileşenlerinin Tartışılması.....	53
3.2.2. Sayı Duyusu Ölçeği Geliştirilmesinin Tartışılması.....	53
3.2.3 Sayı Duyusunun Öğretmenlerin Mesleki Gelişimine, Öğrencilerin Gelişimine ve Matematiğin Gelişimine Katkısının Tartışılması.....	54
3.2.4. Öğretmenlerin Sayı Duyusu Becerisinin Tartışılması.....	55
3.2.5. Sayı Duyusu Performansının Tartışılması.....	57
3.2.6. Çeşitli Değişkenler Açısından Sayı Duyusu Kavramının Tartışılması	58
3.2.7. Sayı Duyusu Becerisinin Matematik Konu Alanları Bakımından Tartışılması.....	59
3.2.8. Özel Öğrencilerin Sayı Duyusu Performanslarının Tartışılması.....	60
3.2.9. Teknoloji ve Sayı Duyusu İlişkinin Tartışılması.....	62
3.2.10 Yaratıcı Matematiksel Oyunlar ve Sayı Duyusunun Tartışılması.....	63
3.3. Sayı Duyusu Çalışmalarının Yıllara Göre Dağılımının Tartışılması.....	63
3.4. Çalışmaların Katılımcı Bazında Tartışılması.....	64

3.5. Çalışmaların Katılımcı Sayısına Göre Tartışılması.....	65
3.6. Çalışmaların Veri Analiz Türüne Göre Tartışılması.....	65
3.7. Sayı Duyusu Becerisi Üzerine Yapılan Çalışmaların Veri Toplama Araçları Açısından Tartışılması.....	66
3.8. Sayı Duyusu Çalışmalarının Sonuçları Açısından Tartışılması.....	67
3.9. Sonuç ve Öneriler	71
KAYNAKÇA.....	76
EKLER.....	92
EK-1. Araştırmaya Dahil Edilen Yurt içi ve Yurt dışı Çalışmalarının Özellikleri....	92

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Ana Bilim Dalı: Temel Eğitim Ana Bilim Dalı

Tez Türü : Yüksek Lisans Tezi

Danışman : Doç. Dr. Ercan ATASOY

Hazırlayan : Semra KARAKOÇ

Yıl : 2022

Sayfa Sayısı : 121

ÖZET

SAYI DUYUSU ÇALIŞMALARININ İNCELENMESİ: BİR META-SENTEZ ÇALIŞMASI

Sayı duyusu matematiksel işlemlerdeki özgürlük olarak karşımıza çıkan güncel bir kavramdır. Bu çalışmanın amacı da sayı duyusu alanında yapılan çalışmalara ulaşp, çalışmalara ilişkin eğilimleri tematik içerik analizi ile belirlemektir. Araştırmada doküman analizi yöntemi kullanılarak 2010-2019 yılları arasında ulusal literatürde yayımlanmış 40 makale, 27 tez; uluslararası literatürde de 119 makale, 25 tez olmak üzere toplam 211 araştırmaya tematik içerik analizi yapılmıştır. Çalışmalar, yayın yeri, türü, yılı, örneklem büyüklüğü, örneklem grubu, araştırma yöntemi, veri toplama aracı ve analiz türü, araştırma amacı, öğrencilerin yüksek ve düşük performans gösterdikleri sayı duyusu bileşenleri bakımından incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre sayı duyusu alanında yapılan çalışmalar içerisinde en çok makale türünde (n=159) olduğu görülmüştür. Sayı duyusu çalışmalarının sonuçları incelendiğinde, sayı duyusu kavramının çeşitli değişkenlerle (anne-baba eğitim durumu, cinsiyet, okul türü, vb.) ilişkisinde pozitif yönde olumlu ilişki bulunmuştur. Sayı duyusu kavramının genetik faktörlerden etkilendiği gibi sosyal çevreninde kavramın kazanımında önemli bir etkisi olduğu görülmüştür. Kavrama ait beceri düşüklüğünün sosyal çevrenin etkisiyle değiştirilebileceği gözlemlenmiştir. Kavram bilgisine sahip öğretmenlerin kavram aktarımında çok daha başarılı olduğu sonucu elde edilmiştir. Bunun yanında teknoloji destekli verilen eğitimlerde sayı duyusu kazanımının daha yüksek olduğu görülmüştür. Öneriler kısmı incelendiğinde, sayı duyusunun matematik eğitimi üzerindeki önemi vurgulanarak program hazırlama sürecinde bu teknik dikkate alınabilir. Ayrıca yurt dışında farklı konu başlıkları ile yapılan çalışmalar mevcutken yurt içinde sınırlı başlıklarla yapılan çalışmalar mevcuttur. Yurt içinde de sayı duyusunun farklı konu başlıkları ile ilişkisini içeren çalışmalar yapılabilir.

Anahtar Kelimeler: Sayı duyusu, tematik içerik analizi, matematik eğitimi

Recep Tayyip Erdogan University Institute of Graduate Studies

Department: Department of Basic Education

Thesis Type: Master Thesis

Supervisor : Assoc. Prof. Ercan ATASOY

Author : Semra KARAKOÇ

Year : 2022

Pages : 121

ABSTRACT

EXAMINATION OF NUMBER SENSES STUDIES: A META-SYNTHESIS STUDY

Number sense is a contemporary concept that emerges as freedom in mathematical operations. The aim of this study is to reach the studies in the field of number sense and to determine the trends in the studies with thematic content analysis. Using the document analysis method in the research, 40 articles and 27 theses published in the national literature between 2010-2019; In the international literature, thematic content analysis was conducted for a total of 211 studies, 119 articles and 25 theses. Studies were examined in terms of publication place, type, year, sample size, sample group, research method, data collection tool and analysis type, research purpose, and number sense components that students showed high and low performance. According to the findings, it was seen that the most number of articles (n=159) among the studies in the field of number sense. When the results of number sense studies were examined, a positive correlation was found between the concept of number sense and various variables (parent education level, gender, school type, etc.). It has been observed that the concept of number sense is affected by genetic factors, and the social environment has a significant effect on the acquisition of the concept. It has been observed that the low skill level of the concept can be changed by the effect of the social environment. It has been concluded that teachers with concept knowledge are much more successful in concept transfer. In addition, it has been observed that the acquisition of number sense is higher in technology-supported trainings. When the suggestions section is examined, this technique can be taken into account in the program preparation process by emphasizing the importance of number sense on mathematics education. In addition, while there are studies conducted with different topics abroad, there are studies conducted with limited topics in the country. Studies on the relationship between number sense and different subject headings can be carried out in the country.

Keywords: Number sense, Thematic content analysis, Math education

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Çalışmalara ait amaç tablosu	35
Tablo 2. Çalışmalara ait sonuç tablosu	47



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. McIntosh, Reys ve Reys'in (1992) sayı duyusu bileşenlerinin üç ana faktörü ve birbirleriyle olan ilişkisi (Koparan ve Çataklı, 2017, s. 253).....	13
Şekil 2. Noblit ve Hare' nin (1998) meta-senteze yönelik önerileri dikkate alınarak belirlenen çalışma sürecinin basamakları	26
Şekil 3. Sayı duyusu alanındaki çalışmaların çalışma türüne göre dağılımı	32
Şekil 4. Sayı duyusu alanındaki çalışmaların tez tütünde yıllara göre dağılımı.....	33
Şekil 5. Sayı duyusu alanındaki çalışmaların makale türünde yıllara göre dağılımı.	34
Şekil 6. Sayı duyusu alanındaki çalışmalarının örneklem grubuna göre dağılımı	39
Şekil 7. Sayı duyusu alanındaki örneklem grubu çalışmalarının tez türüne göre dağılımı	40
Şekil 8. Sayı duyusu alanındaki örneklem grubu çalışmalarının makale türüne göre dağılımı	41
Şekil 9. Sayı duyusu alanındaki çalışmaların örneklem sayısına göre dağılımı.....	42
Şekil 10. Sayı duyusu alanındaki çalışmaların örneklem grubunun 0-199 arasındaki yığılma dağılımı	43
Şekil 11. Sayı duyusu alanındaki çalışmalarının veri analiz türüne göre dağılımı....	44
Şekil 12. Sayı duyusu alanındaki çalışmalarının veri toplama araçlarına göre dağılımı	45

KISALTMALAR

ANS : Yaklaşık Sayı Duyusu

DS : Down Sendromlu

NCTM: National Council of Teachers of Mathematics

NSF : National Science Foundation

OSB : Otizm Spektrum Bozukluğu

WS : Williams Sendromu



GİRİŞ

Matematik, insanoğlunun dünyada var olma sürecinde insanlığa kazandırdığı en önemli bilim dallarından biridir. Bu süreçte pek çok toplum farklı çağlarda matematiğe birçok katkı sunmuştur. Süreç incelendiğinde matematiğin ilk izlerinin görüldüğü yontma taş devrinden, günümüze kadar süregelen bu ilerlemede astronomiye duyulan ilgiden, taşkınları önleme adına yapılan hesaplamalara kadar birçok etken sebep olmuştur. Yapılan ticaretler sonucu oluşan etkileşim de bu etkenlerden biri olarak kabul edilmektedir (Baki, 2014). Yüz yıllar boyu devam eden bu etkileşim sonucunda matematik ve matematik eğitimi tartışılmaya başlanmıştır. Alanın farklı kullanılma konusunun ele alınması 19. yy. ortalarında birçok bilim insanının desteğini almıştır. Bu bilim insanları incelendiğinde De Morgan, Poincaré, Klein gibi matematikçiler ile Tannery, Loria gibi tarihçiler görülmüştür. 20. yy. başlarında ise, matematiğin temelleri üzerine yapılan tartışmaların bir sonucu olarak matematik eğitimi ortaya çıkmıştır (Clark vd., 2016).

Süreçte yapılmış çalışmalar incelendiğinde, yurt dışında David Eugene Smith'in kitabında matematik ve matematik eğitiminin birbirinden ayrılamayacağını savunmuştur (Fried, 2008). Ülkemizde yapılan araştırmalarda matematik eğitim tarihinin 1924 yılından 1998 yılına kadar yeniliğe kapalı olduğu, matematikte farklı sayı sistemi olarak sadece roma rakamlarının yer aldığı görülmektedir. Daha sonraki yıllarda yapılan yenilikçi çalışmalar matematiği etkilemiş, özellikle 2005 ve 2009 yıllarında duyuşsal ve bilişsel öğrenmeleri destekleme noktasında açık ve net ifadeler yer almıştır. 2018 yılında ise bunun daha sınırlı olduğu görülmüştür (Şişman ve Gençkaya, 2021).

Matematik eğitiminin süreç içerisinde değişimler yaşaması matematik kavramları üzerine çalışmaları çeşitlendirmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde sayı kavramının ilk olarak Mısır'da ortaya çıkan Rhind papirüs kağıdına yazılı olan sayı dizileri kabul edilmektedir (Bell, 1992; Cangül, 2006). Bu yüzyıldan sonra da tarih boyunca sayı kavramına birçok yeni bilgi kazandırılmıştır. 20. yüzyıla baktığımızda sayı kavramı üzerine yapılan çalışmalarda matematik bilimine kazandırılan ve 1989 yılında yapılan Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi'nin (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]) yayınladığı raporda

(NCTM, 1989) ilk kez yeni bir kavram olarak sayı duyusundan bahsedilmiştir. Bu kavram ile ilgili çalışmalar devam etmiş, aynı yıl Ulusal Bilim Vakfı'nın (National Science Foundation [NSF]) desteklediği konferans düzenlenmiş ve burada sayı duyusunun incelenip yorumlanması istenmiştir. Bu konferansta sayı duyusunun tanımı ile ilgili ortak bir açıklama yapılamamış, katılımcılardan bireysel olarak öneri sunulması istenmiştir. Bunun sonucunda da ortak bir tanıma ulaşılamamış, sayı duyusu kavramının incelenmesi gereken önemli bir konu olduğu vurgulanmıştır (Kayhan Altay, 2010).

Süreç içerisinde kavram hakkında yapılan tanımlar incelendiğinde, Hope (1989) *“anlık tahminler yapabilme, aritmetik hataları fark edebilme, en etkili hesaplama yolunu seçebilme ve sayı örüntülerini fark edebilme hissi”* olarak sayı duyusunu ifade ederken, Greeno (1991), bilişsel uzmanlık olarak belirtmiştir. McIntosh, Barbara J Reys ve Robert E. Reys (1992) ve Reys, Reys, McIntosh, Emanuelsson, Johansson ve Yang, (1999) sayı duyusunu, *“sayı ve işlemleri genel olarak kavrama, sayı ve işlemlerle uğraşırken kullanışlı stratejiler geliştirme ve esnek bir biçimde matematiksel muhakeme kurabilme becerisi”* olarak tanımlamaktadır. Çetin ve Öztürk (2020) ise sayıların kullanımında herhangi bir karışıklık olmadan etkili bir şekilde kullanabilme, gündelik hayatta karşılaşılabilecek sayısal unsurları ve problemleri çözme konusunda esnek ve rasyonel çözüm yolları bulabilme ve bunları doğru şekilde kullanabilme olarak ifade etmiştir. Ayrıca bireylerin sahip oldukları sayı duyusu düzeylerinin incelenmesi amacıyla sayı duyusu bileşenleri oluşturulmuştur. Oluşturulan bileşenler yardımıyla bu duyunun bireyde nasıl olduğunu veya nasıl sahip olacağı konusunda sayı duyusu kavramına katkı sağlamaktadır. En temel sınıflandırmanın ise McIntosh, Reys ve Reys (1992) tarafından yapıldığı ifade edilmektedir. Yurt dışında 1980'li yıllarda ortaya atılan kavramla ilgili yapılan diğer iki çalışma ise (Dehaene, 1997; Lipton ve Spelke, 2003), sayı duyusu kökeniyle ilgili birçok alanda inceleme yaparak kavrama farklı yerlerden bakmamızı sağlamıştır. Psikolog ve nörologların yaptığı bu çalışmalarda sayı duyusunun kökenine ilişkin birçok farklı görüş öne sürülmüştür. Nörolog ve matematikçi olan Dehaene (1997) Sayı Duyusu kitabında, insanların içgüdüsel olarak beyinde sayıları algılayan bir sayı hücresi olduğunu ve yapılan hesaplamaların hepsinin beyin korteksimizdeki uzmanlaşmış nöron hücrelerinin harekete geçmesiyle

meydana geldiğini iddia etmiştir. Dehaene (1997) ise sayı duyusunun doğuştan meydana geldiğini de savunmaktadır. Sayı duyusunun tamamen beynin yapısıyla ilişkili biyolojik bir donanım olduğunu iddia eden bu görüşe karşın diğer bir görüşte, sayı duyusuna içsel bir süreçten ziyade bir bilgi ve beceri olarak bakılmasıdır (Altay, 2010).

Sayı duyusu kavramı üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde birçok ulusal ve uluslararası çalışma bulunmaktadır (Kayhan Altay, 2010; Can, 2017; Çekirdekci, 2015; Shumway, 2016; Lee, 2019; Henning, 2018). Sayı duyusuna ilişkin olarak ülkemizdeki ilk alan yazın çalışması Kayhan Altay (2010) tarafından yapılmıştır. Üniversite öğrencileriyle yapılan bu çalışmada çeşitli değişkenler ile matematiğin ilişkisi incelenmiş elde edilen verilerde matematik performansı ve sayı duyusu ilişkisi yorumlanmıştır. Yapılan çalışmada elde edilen verilerin ışığında sayı duyusu kullanımının düşük olduğu, öğrencilerin matematikte daha çok kural temelli yöntemleri tercih ettikleri görülmektedir. Bu durumun değişikliği için eğitim sisteminde yenilikler yapılarak sayı duyusu kavramına matematik eğitiminde daha çok yer verilmesi gerektiği önerilmiştir. Sayı duyusunun matematik eğitiminin merkezinde olması gerektiği yorumuyla beraber birçok ülkenin matematik programında bunun yansımaları görülmeye başlanmıştır. Bu ülkelerden biri Amerika Birleşik Devletleridir (Gülbağcı Dede, 2015). ABD 2010 yılında okul öncesinden başlayarak 12. sınıfa kadar öğrencilerin kazanmaları gereken becerileri “Ortak Çekirdek Devlet Standartları” (Common Core State Standarts) adı altında toplamıştır (Common Core State Standards Initiative, 2010). Sayı duyusunun ülkelerin eğitim sisteminde bu kadar önemsenmesi matematiğe kazandırdığı zihinsel pratikliğin yanı sıra günlük planlamalar, bir diğer örnekte oyunlardaki stratejilerdir. Bunlar için her zaman matematiksel işlem mümkün olmayabilir ama zihinden hesaplamalarla bir sonuç elde edebilirler. Böylece bu beceriye sahip bireyler günlük hayattaki birçok probleme kolaylıkla çözüm bulabilir.

Sayı duyusunun günlük yaşamla ilişkilendirilmesinin önemi ve matematikteki yeri, kavramın eğitim programının önemli bir parçası olmasının gerekliliğini göstermektedir. Müfredattaki önemi yapılan birçok çalışmada da ifade edilmiştir (Gülbağcı Dede, 2015; Can, 2017; Kayhan Altay, 2010). Ülkemizde ise 2005 yılında yapılan yenilikle birlikte sayı duyusu ile ilgili zihinden işlem yapma, tahmin etme

Eğitim yaşamında zihnin etkin kullanımı günümüz teknoloji dünyasında büyük önem taşımaktadır. Öğrencilerden beklenen, bilgileri sorgulayıp yorumlayabilmesidir. Yapılan çalışmaların analizleri dikkate alındığında bu kavramın eğitim sistemine dahil edilmesinin önemi konusunda bizlere birçok sonuç sunmaktadır (Harç, 2010; İymen, 2012; Kayhan Altay, 2010; Şengül ve Gülbağcı Dede, 2014; Şengül ve Gülbağcı, 2012; Şengül ve Gülbağcı, 2012; Şengül, Gülbağcı, ve Gerez Cantimer, 2012). Tüm bunlar dikkate alındığında sayı duyusunun zihinsel işlemler, zihinsel pratiklik, sayıların hızlı ve doğru şekilde yorumlanması ve kullanılması açısından önemi tekrar ortaya çıkmaktadır.

4

Çalışmanın Amacı

Rakamların yorumlanması olarak da tanımlanan sayı duyusu kavramı matematikteki öneminin artmasıyla literatürde de yerini almaya başlamış, beraberinde değeri gün geçtikçe daha çok anlaşılmıştır. Bunun sonucu olarak birçok çalışmada öneminden bahsedilmiştir (Dehaene, 1997; NCTM, 2000; Nickerson ve Whitacre, 2010; Verschaffel, Greer, ve De Corte, 2007). NCTM bu açıklamalara uygun olarak sayı duyusunun matematiğin temel yapı taşlarından birisi olduğunu belirterek öğrencilerin bu beceriyi kazanmaları durumunda sayılar ve işlemler arasındaki ilişkileri anlama, akıcı hesaplama yapabilme ve mantıklı tahminlerde bulunabilme becerileri edineceğini belirtmektedir (NCTM, 2000). Ülkemizde ise sayı duyusu kavramı ile ilgili İlköğretim Matematik Dersi Öğretim Programı'nda (MEB, 2009) doğrudan yer verilmemekle birlikte aslında programın sayı duyusunu geliştirmeye yönelik hedefleri de içerdiği görülmektedir (Can, 2017). MEB 2017 yılındaki ortaokul müfredatında sayı duyusu kavramına yönelik etkinliklere daha çok yer vermiştir.

Bu araştırmanın amacı, alan yazında 2010-2019 yılları arasında sayı duyusu konusunda yapılmış ulusal ve uluslararası makale ve tezlere tematik içerik analizi yapılarak bu alandaki eğilimleri ortaya koymaktır. Bu çalışma kapsamında ulusal ve uluslararası makale ve tezler içerik yönünden analiz edilip araştırmacılara yeni fikirler sunması, sayı duyusu konusunun çalışılmamış alanları ve yeni araştırma konularını ortaya çıkarması açısından da önemli olabileceği düşünülmüştür. Bu analiz çalışması, alanda yapılacak yeni araştırmalar için düşünce üretmekle birlikte bir kaynak olarak da kullanılabilir. Bu açıdan, sayı duyusu çalışmalarının çalışma türü, çalışmaların yıllara göre analizi, çalışmalara ait amaç tablosu, örneklem grubu, örneklem sayısı, veri analiz türü, veri toplama araçları ve verilere ait sonuçların analizi şeklinde incelenmesi ve analiz edilmesi hedeflenmiştir.

Çalışmanın Problemi ve Alt Problemleri

Bu çalışmada belirtilen amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

- a) *Sayı duyusu ile ilgili yapılan araştırmalar çalışma türü ve yılına göre nasıl dağılım göstermiştir?*

- b) Sayı duyusu ile ilgili yapılan çalışmalar amaçlarına göre dağılımı nasıldır?
- c) Sayı duyusu ile ilgili yapılan çalışmalardaki örneklem grubu ve örneklem sayı dağılımı nasıldır?
- d) Sayı duyusu ile ilgili yapılan çalışmaların veri analiz türü ve veri toplama araçlarına göre dağılımı nasıldır?
- e) Sayı duyusu ile ilgili yapılan çalışmaların sonuçlarına göre dağılımı nasıldır?

Çalışmanın Önemi

Dünyadaki gelişim çağını yakalamak için nitelikli eğitimin önemi birçok araştırmacı tarafından ifade edilmiştir (Serbest, 2014). Bu sebeple iyi bir eğitim için iyi bir analiz, yapılacak olan adımlarda en az hata ile en doğru bilgiye ulaşmayı sağlayabilir. Gelişime açık olan matematik bilimi de düzenli şekilde kendini güncelleyerek ilerlemektedir. Bu ilerleme sürecinde matematiğe dahil olan en son kavramlardan biri ise sayı duyusu kavramıdır. Sayı duyusu kavramı yakın tarihte eğitim sistemimizde de kendini hissettirmeye başlamıştır (Can, 2017). Sayı duyusu “sayı” kavramını standart kullanımının ötesine taşıyarak, öğrencilere matematiğin kurallar ve formüllerden oluşmadığını, hayatın her anında yer aldığı ifade edilmelidir. Bu sebepten eğitim sırasında günlük yaşantılar içinde sunularak verilmesi, öğrencilerin matematiğe karşı oluşan olumsuz tutumları en aza indirilebilir. Bu amaçla matematikte sayıların anlamını bilme, örüntülerde sayılar arasındaki ilişkiyi görme, standart olan ve olmayan birimlerle ölçüm yapma, esnek düşünme, tahmin etme, zihinden işlem yapma, problem çözümlerinde stratejiler geliştirme, algoritmik ve kural temelli çözümlere bağlı kalmama gibi becerilerin kazandırılması amaçlanmıştır (Çekirdekçi, 2015).

Yapılan bu çalışma matematik eğitiminin gelişimine, öğrencilerin sayı kullanımındaki gelişimine katkı sağlama, öğretmen ve öğretmen adaylarının kavram farkındalığının artırılması, öğrenciye aktarımındaki başarısının artırılması için yurt içi ve yurt dışı çalışmalarının verilerinden yararlanarak kavram bilgi ve becerisine doğru şekilde ulaşabilmek adına önemlidir. Yurt içinde kavramın çok yakın tarihte araştırılmaya başlanması, yeterli düzeyde bilgiye sahip olunmaması sebebiyle

kavram hakkında ulusal alan yazına önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu çalışma ile alanda yapılacak yeni araştırmalara kaynak sağlaması açısından önemli olacağı düşünülmektedir.

Araştırmanın Varsayımları

Bu araştırmada meta-sentez yöntemine dahil edilen çalışmaların yöntemsel analizinin güvenilirliği kabul edilmiştir.

Araştırmanın Kapsam ve Sınırlılıkları

1. Araştırmada 2010 ve 2019 yılları arasında ulusal ve uluslararası yayınlanan makale ve tez çalışmaları incelenmiştir.

2. Araştırmada ulaşılabilen kaynaklarla sınırlıdır. Kaynaklara ulaşabilmek için internette anahtar sözcük taraması, konuyla ilgili yapılmış tezler ve üniversitelerin eğitim fakültesi ve sosyal bilimler dergileri ve ulaşılan makalelerin kaynakları taranmıştır.

3. Araştırma yalnız İngilizce ve Türkçe dillerinde ulaşılabilen kaynaklarla sınırlıdır. Araştırmacı diğer dilleri bilmediği için farklı dillerde yapılan çalışmalardan veri sağlayamamıştır.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Sayı Duyusu Kavramı

Matematik araştırmacılarının ve bu alana dair araştırmaları psikoloji ekseninde değerlendiren tarafların, özellikle 1980’li yıllardan sonra önemsemeye başladıkları bir kavram olarak sayı duyusu, temel olarak sayılar ve sayılar arası ilişkilere dayanan bir sezgisel yetenek olarak tanımlanmaktadır. Bu tanıma paralel olarak sayı duyusu, sayıları düzgün ve etkili bir şekilde kullanabilme kabiliyeti, bireylerin gündelik hayatlarında karşılaşılabilecekleri sayısal unsurları ve problemleri çözme konusunda esnek ve rasyonel çözüm yollarını bulabilmelerini ve bunları doğru şekilde kullanabilmelerini ifade etmektedir (Çetin ve Öztürk, 2020, s. 165).

Sayı duyusu kavramının ortaya çıkışında, Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (National Council of Teachers of Mathematics) tarafından yayınlanan “Okul Matematiği İçin Müfredat ve Değerlendirme Standartları (Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics)” adlı raporun önemli bir etkisinin bulunduğu söylenebilir. Bu rapor, sayı duyusu kavramını genel çerçevesi ile açıklamakla birlikte kavrama dair birçok unsuru da dile getirmiştir. Raporda, sayı duyusuna sahip öğrenciler ile ilgili bilgilere ve özelliklere de yer verilmiş; bu tür öğrencilerin, sayılar arasındaki ilişkileri ve sayıların göreceli büyüklükleri kavrayabildikleri, işlemlerin sayılar üzerindeki etkisini fark edebildikleri ve ölçümler için kıyaslama noktası geliştirebildikleri konusunda bir tespitte bulunulmuştur (Birgin ve Peker, 2020, s. 2).

Literatürde, konu ile ilgili olarak yapmış oldukları araştırmalara dair, sayı duyusu ile ilgili kavramsal tanımlamalar gerçekleştiren belli başlı araştırmacılar ve tanımlamaları aşağıda sıralanmaktadır (Takır, 2016, s. 310):

- Hope (1989), sayı duyusunu, sayıların, farklı yerlerde, farklı şekillerde kullanılabilmeleri adına mantıklı bir tahminleme kapasitesine sahip olma, sayısal hataların farkına varabilme ve sayı örüntülerini anlamlandırma kabiliyeti olarak tanımlamaktadır.
- Kaminski (2002), sayı duyusunu, bireylerin (özellikle de öğrencilerin), sayılarla rahat ve onlara aşına bir şekilde ilişki kurabilmesi;

deneyimlerine dayalı olarak sayıları eşleştirebilmeleri; işlem-sayı etkileşimini kolayca kavrayabilmeleri olarak tanımlamaktadır.

- Yang (2003), için sayı duyusu, bir bireyin, sayılar, işlemler ve birbirleri arasındaki ilişkilere dair nitelikli bir bilgi düzeyine sahip olması ve söz konusu bilgi düzeyine istinaden, matematik problemleri başta olma üzere, gündelik yaşamda, basit bir şekilde karşılaşılan durumlarda dahi aktif ve efektif bir şekilde sayıları kullanabilme kabiliyetidir.
- Kayhan Altay ve Umay (2013), sayı duyusunu, bireylerin, sayılardan esnek bir şekilde yararlanması, çeşitli işlemlerde pratik bir şekilde düşünebilmesi, en etkili çözüm yolunu tercih edebilmesi, farklı çözüm yollarını keşfedebilmesi, farklı işlem ve sayılarla kıyaslama yapabilmesi ve farklı işlemlerde, ortak çözüm yollarını kullanmayı bilmesi olarak değerlendirmişlerdir.

Genel olarak sayı duyusu kavramı, tanımlanması karmaşık olarak ortaya çıkan bir yapıdır. Halihazırda kavramsallaştırma ve operasyonel hale getirme konusunda bir fikir birliği olmamasına rağmen, sayı duyusu, durumlarda etkili stratejiler oluşturmak için bu anlayıştan türetilen aritmetik yargılarda bulunma yeteneği ile sayıları ve matematiksel kavramların kullanılmasını gerektiren aritmetik işlemleri, işleme ve anlama kapasitesi olarak anlaşılabılır. Araştırmacılar, 3 ila 6 yaş grubundaki sayı anlamının, sayılar ve işlemlerle ilgili bir dizi beceriyi içerdiği konusunda hemfikirdir. Küçük miktarların ayırt edilebilmesi, alt sınıflandırma, önemlilik, sayı büyüklüklerinin karşılaştırılması ve işleme kümeleri konularındaki beceriler buna birer örnektir (Mendizábal vd., 2017, s. 311).

Literatürdeki araştırma ve yaklaşımlara bakıldığında, sayı duyusunun, çoğunlukla insanlar üzerinden değerlendirmeye tabi tutulduğu görülmektedir. Fakat araştırmaların bazıları, her ne kadar tam olarak sayı duyusu üzerine odaklanmasa da hayvanların da sayı duyusu konusunda bir eğilimleri bulunabileceğini ortaya koymuştur. Buna göre hayvanlar, avlanma, yavrularını besleme, hayatta kalma, sürü halinde hareket etme vb. anlık, hesaplama göre hareket edilmesi gereken davranışları için sayı duyusuna sahip olmaktadır. Her ne kadar bu durum,

insanlardaki gibi bilfiil, bilinçli olarak sayma davranışına dayalı olarak gerçekleşmeye de gözle görülür türden bir sayma ve buna göre hareket etme eyleminin bulunduğu görülmektedir (Sousa, 2014, s. 11-12).

1.2. Sayı Duyusunun Genel Nitelikleri

Sayı duyusu, matematiksel anlamdaki zihinsel yapının gelişimine doğrudan etki etmekte olup, özellikle öğrencilerin problem çözme, hangi soru ya da sorun için hangi stratejileri benimseyeceklerini belirleme konusunda yönlendirici olmaktadır. Ayrıca bireylerin esnek düşünmek sureti ile sorunlara çözüm bulma ve buna paralel olarak da sürdürülebilir bir muhakeme yeteneğine sahip olunması adına, sayı duyusu önemli bir etki yaratmaktadır. Konu ile ilgili olarak yapılan bazı araştırmalarda, özellikle ilköğretim seviyesindeki öğrenciler için söz konusu dönemin, sayı duyusunun gelişimi açısından kritik bir dönem olduğuna dair bulgulara erişilmiştir (Can, 2019, s. 1753).

İlkokul dönemi öğrencilerin kavram kazanımı açısından önemli dönemler olması eğitim yaşamına dahil edilme süresinin de daha küçük yaş gruplarında olması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu sebeple, sayı duyusu, matematik eğitimi içerisinde müfredatta ilkokul dönemlerinde de yer almalıdır. Zihinsel olarak gelişime destek olan sayı duyusu kavramı, öğrencilerin, matematik derslerinde, temel matematik işlemlerini gerçekleştirmelerinden ziyade, öğrencilerin, zihinlerini aktif ve etkili kullanmak sureti ile işlem yapmaya, örüntüleri incelemeye, sonuçları tahmin etmeye ve oluşabilecek ilişkiler hakkında konuşmaya teşvik edilmesini ifade etmektedir. Bir bakıma, öğrenciler, yeni edinmiş oldukları algoritma değerlerine ve defter üzerinde işlem yapmaya bağlı olmadan çözümler geliştirebilmek adına esnek düşünmeyi ve farklı stratejiler üretmeyi öğrenmek adına, sayı hissinin oluşturacağı düşünce yapısına ihtiyaç duymaktadırlar. Bu, öğrencilerin sadece eğitim yaşamlarında değil, aynı zamanda, gündelik yaşamda da kendilerini sayı duyusunun sağlayacağı gelişime uygun olarak hareket ettirmelerini de sağlamaktadır (Şengül ve Dede, 2014, s. 74).

Bireysel anlamda gelişimin farklı bir boyutu olan sayı duyusu, sadece matematiksel hesaplama üzerine kurulu bir beceri değildir. Bireyler için sıradan matematiksel hesaplama becerisinin ötesine geçen sayı duyusu, bireylerin, pratik ve

çok boyutlu olarak düşünmeleri açısından yönlendirici bir beceridir. Sowder'a (1992) göre sayı duyusu, bireylerin tahmin becerisinin de gelişimine imkân sağlamaktadır. Aynı zamanda, zihinden sadece matematiksel işlemlerin yapılmasını değil, birçok farklı konulardaki sorunların çözümü açısından da sayı duyusunun kazandırmış olduğu yetiler, bireylerin süreçleri, olayları ve olguları daha iyi anlamaları ile birlikte kendilerini daha iyi ifade etmelerini de sağlamaktadır (Yaman, 2019, s. 1-2).

Bir eğitim konusu olarak ele alındığında ise sayı duyusu, öğretmenlerin verecekleri eğitim desteği ekseninde şekillenebilecektir. Buna göre öğretmenlerden yana olan beklenti, öğrencilerin sayı duyularını geliştirecek şekilde matematik ve diğer eğitim süreçlerini tasarlamalarıdır. Çünkü sayı duyusu, mutlak olarak iyi bir eğitim desteğine ihtiyaç duymaktadır. Kimi öğrenciler, eğitim yaşamları dışında elde etmiş oldukları, yüksek bir sayı duyusu potansiyeline sahip olmakla birlikte bu potansiyelin doğru şekilde yönlendirilebilmesi adına, öğretmenlerin ve dolayısı ile de eğitim kurumlarının üstlenmesi gereken önemli sorumluluklar söz konusudur (Tsao ve Lin, 2011, s. 3).

Sayı duyusunun gelişimi açısından bireysel anlamda değerlendirmelere odaklanılacak olsa da öğretmenlerin bu süreçteki faktörleri son derece önemlidir. Maryam, Mahnaz ve Hasan (2011, s. 6), konu ile ilgili yapmış oldukları araştırmada, öğretmenlerin süreç içerisindeki konumunu, aşağıdaki hususlar ile ele almışlardır:

- Öğretmenlerin öğrencilere vereceği matematik odaklı içerik yükü, sayı duyusunun gelişimini ya da gerilemesini beraberinde getirebilmektedir.
- Eğitim içeriklerindeki karmaşanın çözülmesi, öğretmenlerin sorumluluğunda olup, öğrencilerin nezdinde, sayı duyusunun gelişimine yardımcı olacaktır.
- Öğretmenler açısından, öğrencilerin sayı duyusunun gelişimi doğrultusunda atılması gereken en önemli adım, görsel unsurların yoğun bir şekilde kullanılmasıdır.
- Öğretmenler, sayı duyusu konusundaki çalışmalarında, öğrencilerinin başarılı olmasına yardım ettikçe, öğrencilerin sayı duyusu ve buna bağlı eğitim süreçlerinin olumlu ilerlemesi söz konusudur.

Öte yandan, sayı duyusu, eğitim desteğinin yanı sıra, belirli bir düzlemde geliştirilmeye ihtiyaç duymaktadır. Eğitim süreçleri içerisinde, sürdürülebilir ve belirli bir programa dayanan sayı duyusu eğitimi, özellikle çocuklar açısından son derece yararlı ve gelişimleri için destekleyici olmaktadır. Bu noktada, sayı duyusuna dair bilgilendirici çalışmaların, çocuk yaştan itibaren, sayılar ile olan etkileşimin sevdirmesine dayalı olarak gerçekleştirilmesi büyük bir zorunluluktur. Çok küçük yaşlarda, bu duyunun, pozitif bir şekilde elde edilmesi ve geliştirilmesine yönelik olarak gerçekleştirilen faaliyetler, matematiğin, sayıların ve bunlarla ilintili olan tüm davranış ve düşünce biçimlerinin, uzun vadede kabul görür hale gelmesine yardımcı olmaktadır (Lema ve Petty, 2018, s. 2).

Bir başka açıdan ele alındığında, sayı duyusu, sayılar ile yaşamsal faaliyetleri denkleştirme konusunda, çeşitli beceriler kazanmalarına yardımcı olmaktadır. Satın alma, yatırım yapma, herhangi bir eylemi sayısal olarak tamamlama ya da değiştirme gibi gündelik yaşam içerisinde sıklıkla gerçekleştirilebilecek olan faaliyetler, bireylerin sayı duyularının yerleşik olmasına ve pratik işleyişine fazlasıyla ihtiyaç duymaktadır. Bu durum, çocuklar açısından ele alındığı süre zarfında, basit bir hesaplama için bir çocuğun sıklıkla parmaklarını kullanmasına karşın başka bir çocuğun bu hesabı, kolaylıkla ve hızlı bir şekilde zihninden yapabilmesi, ilerleyen dönemler için önemli bir farklılık yaratmaktadır. Bu nedenle de bireylerin, çocuk yaşlardan itibaren, sayı duyusu kapasitelerine dair gerçekleri bilmeleri ya da en azından bununla baş etmek için daha verimli bir strateji kullanmayı öğrenmeleri gerekmektedir. Sayı duyusu, bir içsel süreç olarak değil, daha çok, bir yetenek ya da bir bilgi potansiyeli olarak kabul edilir. Öğrenciler matematiksel düşünme ile karşı karşıya kalırsa sayı duyusu çeşitli şekillerde ortaya çıkabilir. Sayı duyusuna sahip öğrenciler, zihinsel hesaplamalar, hesaplama teknikleri ve tahminler gibi hesaplama stratejileri geliştirmeyi tercih ederler ve sayı duyusu, bu stratejilerin çeşitli düzeylerde gerçekleştirilmesinde hayati bir rol oynar (Maghfirah ve Mahmudi, 2018, s. 2).

1.3. Sayı Duyusunun Bileşenleri ve Gelişimi

Sayı duyusunun sahip olduğu bileşenler, bu duyunun, bireylerin zihninde ne şekilde yer ettiğinin anlaşılması adına son derece önemlidir. Bu açıdan bakıldığında,

sayı duyusunun bileşenleri, sayı duyusunun işlevselliği açısından belirleyici ve bir bireyin, sayı duyusuna sahip olup olmadığı ya da sahip olup olamayacağı konusunda net bir fikir de vermektedir. Araştırmacılar, sayı duyusunun bileşenlerini hem sayı duyusunun bir beceri olarak kazandırılması hem de sayı duyusunun sürdürülebilirliği açısından ele almışlardır (Yang ve Hsu, 2009, s. 93-94).

Sağduyu ile benzerlikleri nedeniyle fark edilmesi ve karakterize edilmesi zor olduğundan, sayı duyusunun bileşenleri için birçok sınıflandırma vardır. En temel sınıflandırmalardan biri McIntosh, Reynolds ve Reynolds (1992) tarafından yapılmıştır.

1.3.1. McIntosh ve Diğerlerinin Sınıflandırması

Bu sınıflandırmada, sayı duyusu üç bileşene sahiptir: Sayı bilgisi, işlem bilgisi ve sayı ve işlem bilgisinin hesaplama ayarlarına uygulanması (Şengül ve Gülbağcı, 2012, s. 297).



Şekil 1. McIntosh, Reynolds ve Reynolds'ın (1992) sayı duyusu bileşenlerinin üç ana faktörü ve birbirleriyle olan ilişkisi (Koparan ve Çataklı, 2017, s. 253).

Şekil 1'de, McIntosh, Reynolds ve Reynolds'ın geliştirmiş olduğu sayı duyusu bileşenlerinin temelinde yer alan faktörler ve birbirleri ile olan ilişkileri değerlendirilmiştir. Buna istinaden, sayılar, işlemler, hesaplamalar ve sayı duyusu olarak sıralanan bu temel faktörler, birbirleri ile olan ilişkileri neticesinde, sayı duyusunu oluşturmaktadırlar. Modele bakıldığında, hesaplamaların, sürecin en önemli faktörü olduğu görülmektedir. Buna göre hesaplamalar, model içerisinde diğer üç faktör ile ilişki içerisinde olmakla birlikte sayı duyusunun ortaya çıkışında, yönlendirici bir faktör olarak dikkati çekmektedir.

1.3.2. Yang'ın Sınıflandırması

Sayı duyusunun sahip olduğu bileşenlerin açıklanması konusunda, Yang'ın (2003) yaptığı sınıflandırma, literatürde çok daha fazla geçerliliğe sahiptir. Yang'ın bu sayı duyusu bileşenlerini aşağıdaki unsurlar ile açıklamak mümkündür (Yang, 2003, s. 116-117):

- Temel sayı karşılıklarını anlamak: Genel olarak sayıları anlamlandırmak ve sayıların kavramsal olarak anlaşılmasını sağlamak anlamına gelmektedir.
- Sayıların büyüklüğünü tanıma: Sayıları karşılaştırma (tam sayılar, kesirler, ondalık sayılar vb.), sayıları doğru sıralama ve sayıların yoğunluğunu tanıma becerisini içermektedir.
- Kriterleri uygun şekilde kullanma: Farklı durumlarda 1, 1/2, 100 ve benzeri gibi kriterleri geliştirme ve esnek kullanma becerisini içermektedir.
- İşlemlerin sayılar üzerindeki göreceli etkisini anlama: Farklı işlemlerin, sayısal problemlerin sonucunu nasıl etkilediğini belirleme becerisini içermektedir.
- Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makul olup olmadığını değerlendirmek: Bu, problemleri uygun şekilde çözmek için farklı stratejiler (tahmin, zihinsel hesaplama vb.) geliştirmeyi ve sonucun makul olduğunu bilmeyi ifade etmektedir.

Yang'ın sınıflandırmasına bakıldığında, sayı duyusunun, temel hususlarını anlamaktan, bireysel anlamda stratejiler geliştirmeye dek uzanan bir silsilede kademeli olarak ortaya çıktığı görülmektedir. Söz konusu olan kademelerde, sayı duyusunun gelişimi açısından bireylerin sayıları hesaplamaları ve uygulamaları, birlikte bunları gündelik yaşamlarında kullanmaları çok daha nitelikli bir şekilde süreci anlayarak pratiğe aktarım yaptıkları anlaşılmaktadır.

1.3.3. Greeno'nun Sınıflandırması

Greeno (1991) çalışmasında, sayı duyusunu esnek zihinsel hesaplama, sayısal tahmin ile niceliksel muhakeme ve çıkarım şeklinde sınıflandırmıştır. Esnek zihinsel hesaplama sayıları zihinsel çarpma işleminde yeniden gruplandırmak için denkliklerin tanınmasını içerir. Örneğin “25 x 48” işlemini “(4 100) x 48, 100 x 4 48 ve 100 x 12”e çevirme işlemlerini yapmak, daha üst düzeyde bir sayı duygusu becerisini yansıtır (Altay, 2010). Sayısal tahminde Greeno'nun çalışmasında yer aldığı gibi “347x6/43 işleminde 43 ile 6'yı sadeleştirip sonrasında 347/7 işleminin yapılarak yaklaşık 50 değeri” bulunur. En son bileşen niceliksel muhakeme ve çıkarımdır. Burada da “1128 asker, her bir otobüs 36 kişiyi alacak şekilde taşınacaktır. Tüm askerlerin taşınması için ne kadar otobüs olması gerekir?” sorusu sorulduğunda alınan cevap “31 otobüs geriye 12 kalıyor” şeklindedir (Schoenfeld, 1988). Bu işlemde yaklaşık sayı becerisine sahip olmayan öğrencilerin aritmetik hesaplama yaptıkları gözlemlenmiştir.

1.3.4. Markovits ve Sowder Sınıflandırması

Markovits ve Sowder'ın (1994) yapmış olduğu araştırmada sayı duyusunun 3 temel bileşenden oluştuğunu ifade etmiştir. Bu bileşenler sayı büyüklüğü, zihinsel hesaplama ve hesapsal tahmindir.

1.3.5. Reys ve Diğerlerinin Sınıflandırması

Reys vd. (1999) tarafından yapılan çalışmada 6 farklı bileşen tanımlanmıştır. Bunlar hesaplama ve sayma stratejileri, sayıların büyüklüğü ve anlamlarının anlaşılması, işlemlerin etkileri ve anlamının anlaşılması, sayıların denk ifadelerinin kullanımı ve anlaşılması, denk ifadelerin kullanımı ve anlaşılması ile referans noktası kullanımıdır.

Sayı duyusunun gelişim süreci çocuklar bazında ele alındığında, sürecin üç aşamalı olarak ilerlediği görülmektedir. İlk aşama sayma aşamasıdır. Bu aşamada çocuklar, yavaş yavaş, kendilerine sağlanan destek ile birlikte saymayı öğrenmektedirler. Bu sayma hem rakamlar özelinde hem de belirli nesneler ile birlikte sağlanmaktadır. Bu noktadaki temel hedef, çocukların, sayma konusunda

belirli bilince sahip olmak sureti ile hem rakam hem de nesne açısından belirli bir aritmetik kabiliyetini kazanmasının sağlanmasıdır (Brombacher, 2014, s. 2-6).

İkinci aşama, rakamlar üzerinden detaylı ve farklı hesaplamalara dayalı tekniklerin öğrenilmesi ve geliştirilmesidir. Bu noktada, çocuklar, mümkün olduğunca farklı unsurlar sayesinde, bir matematik hesabının nasıl yapılacağını düşünmekte ve farklı hesaplama kombinasyonlarına göre rakamları sıralamayı, yerlerini değiştirmeyi ve nihayetinde de matematiksel olarak bir sonuca varmayı öğrenmektedirler. Bu süreç, eğitim hayatı boyunca devam edeceği gibi gündelik yaşamda da varlığını bilfiil olarak göstermektedir (Brombacher, 2014, s. 23-27).

Son aşama ise problem çözme konusudur. Bu konu, çocukların ve öğrencilerin, matematik hesaplamaları ve rakamlar ile en profesyonel olarak uğraştıkları dönemi ifade etmektedir. Buna göre sayı duyusunda, problem çözme hem eğitim hayatında hem de sosyal hayatta öğrencilerin işlerine yarayan ve kullandıkları bir yetenekleri haline gelmektedir. İlerleyen yaşlarla birlikte bu becerinin geliştiği ve eğitim hayatında edinilen bilgilerin, öğrencilerin, sayı duyusuna bağlı problem çözme becerilerinin gelişiminde önemli bir katkısının olduğu görülmektedir (Brombacher, 2014, s. 42-46).

1.4. Sayı Duyusuna Sahip Bireylerin Özellikleri

Sayı duyusuna sahip olmak adına, bireylerin sahip olmaları gereken genel özelliklerden ziyade, ortaya çıkan tabloda, önem arz eden husus, bireylerin, konuyu, geniş çaplı olarak değerlendirebilme kabiliyetlerinin derecesidir. Çünkü sayı duyusu, sahip olduğu an itibari ile farklı alanlarda farklı hesaplamaların yapılmasını zorunlu hale getirmektedir ve bu durum, beraberinde, bireylerin sayı duyusu niteliklerinin, diğer yetenekleri ile bütünleşmesi zorunluluğunu yaratmaktadır (Dehaene, 2011, s. 48).

Sayı duyusu konusu, kişiler açısından önemli bir farkındalık konusudur. Kişiler, sahip oldukları sayı duyusu ile birlikte değerlendirme açısından, nitelikli bir görüşe ve bakış açısına sahip oldukları gibi hesaplama temelli faaliyetlerinde de kazandıkları çeviklik ile birçok insanın sıradan olarak değerlendirdikleri hususları daha aktif ve daha geniş açıyla değerlendirme şansına sahip olmaktadır. Bu farkındalık, özellikle küçük yaşlardan başlamak üzere, çocukların yaşamlarının

içerisine entegre olan sayı duyusu, çocukların karar verme mekanizmalarının içerisinde önemli bir yer tutmak sureti ile onları yönlendirmektedir (Gersten ve Chard, 1999, s. 20).

Sayısal kullanımda farkındalığı artan çocuklarda kavram başarısının olumlu etkilendiği görülmüştür. Kavrama dair bu farkındalıkların ilk ele alındığı yer olan Amerika'daki Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (National Council of Teachers of Mathematics), sayı duyusuna sahip çocukların özelliklerini şu şekilde sıralamaktadır (Kayhan Altay ve Umay, 2013, s. 243):

- Sayıların ihtiva ettiği hususları son derece iyi bir şekilde anlamaktadır.
- Sayılar arasında bulunan çoklu ilişkileri kolaylıkla anlamakta ve bu ilişkilerin geliştirilmesini sağlamaktadır.
- Sayıların birbirleri arasında söz konusu olan, göreceli büyüklüklere dair farkındalığı bulunmaktadır.
- İşlemlerin sayılar üzerindeki etkilerine dair net bir fikri olmaktadır.
- Çevresindeki nesnelerin ölçümlerine dair bir kıyaslama mekanizması geliştirmekte ve bunu tüm sayısal işlemlere uygulayabilmektedir.

Yukarıda sıralanan, sayı duyusu gelişmiş olan çocukların genel özelliklerine bakıldığında, sayılarla ilgili değerlendirme ve buna dair bir hesaplama mekanizması geliştirme konusunda yeterli derecede kapasitelerinin, zaman içerisinde oluşmaya başladığı görülmektedir. Bu sayede, çocukların, sayı duyularının sadece matematiksel hesaplamalar dahilinde değil, aynı zamanda, gündelik yaşamlarındaki birçok farklı faaliyetlerinde de kolaylıkla uygulayabilmelerinin yolu açılmaktadır.

Çocuk yaşta edinilen sayı duyusu, çocukların kendi başlarına hesap yapabilmeleri kadar kendi başlarına karar alma mekanizmalarının da gelişimi konusunda önemli bir katkı sağlamaktadır. Buna istinaden, sayı duyusu, çocukların zihinsel gelişimi açısından, çok yönlü bir fonksiyona sahiptir. Greeno (1991), sayı duyusu konusunda, çocukların aldıkları temel eğitimin, gelecekte kendilerini geliştirebilmeleri adına önemli ve tetikleyici bir unsur olduğunu dile getirmektedir. Ona göre çocuklar, gerçek anlamda, birer birey olarak hayata dair deneyimlerini, birçok unsurun desteği ile olduğu kadar sayı duyusunun desteği ile de elde etmektedirler (Ulusoy ve Şahiner, 2017, s. 18).

Küçük yaşlarda, anaokulu, okul öncesi çeşitli eğitimler veren okullar ve ilkokulun ilk dönemlerinde olan çocuklar, sayı duyularının gelişimi açısından, daha küçük ölçekli sıralamaları ve sınıflandırmaları tercih etmektedirler. Karşılarında bulunan nesnelerin az sayıda olması, çocukların öğrenme konusundaki eğilimlerinin daha hızlı gelişimine ve sayı duyularının da aynı şekilde, hızlı bir şekilde belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Söz konusu gruba mensup çocuklar, çok sayıda nesnenin ve matematiksel hesaplamanın baskısı altında kaldıkları süre zarfında, kendilerini tam olarak bu hesaplama ve hafızada tutma faaliyetine odaklayamamaktadırlar. Aksine, bu tür bir baskı, çocukların sayı duyusunun gelişimi konusunda, ciddi ölçekli bir engel teşkil etmektedir (Krasa ve Shunkwiler, 2009, s. 19).

Sayı duyusunun gelişimi konusunda, yaş faktörü önemli bir unsurdur. Konuya dair klinik araştırmalar gerçekleştiren isimlerin büyük bir bölümü, çocukların yedi yaşına dek süren dönem içerisinde, sayı duyularının tam ve güçlü olarak gelişmediğini dile getirmektedir. Bu tür bir durumda, yedi yaş altındaki çocuklar için önemsenmesi gereken konu, verilecek olan eğitimin yaş eksenli olmasıdır. Uzmanların klinik yaklaşımlarına göre sayı duyusunun ciddi ölçekli olarak test edilmesi ve geliştirilmesi adına sekiz yaş ve üzerindeki dönemlerin daha uyumlu ve mantıklı olduğu düşünülmektedir (Marmasse, Bletsas ve Marti, 2000, s. 3-4).

Uluslararası çalışmalarda farklı konu başlıkları ile yapılan çalışmalar mevcuttur. Eğitim dışında konu başlıklarına sahip olduğu için bu araştırmalar çalışmaya dahil edilmemiştir. Bu çalışmalar incelendiğinde 2015 yılında “Elizabeth de Freitas ve Nathalie Sinclair” tarafından “The cognitive labour of mathematics disability: Neurocognitive approaches to number sense” konu başlığına sahip çalışmasında matematik öğrencisinin bilişsel yeteneğini nasıl yeniden yapılandırıldığını göstermek için sayı duyusuna yönelik nörobilişsel (sinir hücresi) araştırma yapılmıştır. Yapılan çalışmada “nöronal popülasyonların” aktivasyonları açısından matematiksel yeterlilik ve öğrencilerin potansiyelleri yeniden tanımlanmaktadır. Bir diğer çalışmada 2017 yılında “Joonkoo Park” tarafından araştırılan ve konu başlığı “A neural basis for the visual sense of number and its development: A steady-state visual evoked potential study in children and adults” olan nöronlarla ilgili çalışmadır. Çalışmada 3 ile 10 yaş grubu ile üniversite

öğrencilerin dahil edildiği bu örneklem grupları nöron başlığı altında incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, erken ve orta çocukluk döneminde doğrudan sayısal algısının altında yatan sinirsel bir mekanizmanın ortaya çıktığını göstermektedir ve insanların ilkel, sözel olmayan sayıları kavrama yeteneğinin gelişimi için potansiyel bir sinirsel mekanik durumu açıklamaktadır. 2015 yılında yapılan bir diğer çalışmada nöronlarla ilgili çalışma yapılmıştır. “Elizabeth de Freitas” tarafından yürütülen ve “Number sense and the calculating child: Measure, multiplicity and mathematical monsters” başlıklı çalışmada Sayısal nöronların ve sayısal düşünmenin sinirsel bağıntılarının araştırılması, sayı duyusunun ortaya çıkışını açıklamak için biyolojik ilkeleri tanımlamayı amaçlamıştır.

Uluslararası bir diğer konu alanında farklı canlı türlerinde sayı duyusu incelenmiştir. 2010 yılında “Yi Huei Huang, Hsu Jung Lin, Li Yu Lin ve Chuan Chin Chiao” tarafından yapılan “Do cuttlefish have fraction number sense?” başlıklı çalışmada farklı canlı türlerinin sayı duyusu becerileri araştırılmıştır. Mürekkep balığı ile yapılan çalışmada belli komutlar verilerek sayı duyusu becerileri ölçülmüştür ve mürekkep balığında da sayı duyusunun varlığını gösteren sonuçlar elde edilmiştir. Bir diğer çalışmada 2016 yılında “Tsang-I Yang¹ and Chuan-Chi” tarafından yapılan “Number sense and state-dependent valuation in cuttlefish” adlı çalışmadır. Çalışmada bir canlının av arama sürecinde sayı duyusu becerisi incelemiştir. Çalışma mürekkep balığı ile yapılmıştır. Yapılan çalışmada mürekkep balıklarının açlık hissettiklerinde büyük tek karidesi tercih ettikleri, ancak doyduklarında daha küçük iki avı seçtikleri görülmüştür. Bu sonuçlar mürekkepbalığının sayı ayırt etme yeteneğine sahip olduğunu ve avın seçimlerinin avın büyüklüğüne ve iştah durumuna bağlı olduğunu göstermiştir. 2017 yılında “Christian Agrillo ve Angelo Bisazza” tarafından “Understanding the origin of number sense: a review of fish studies” konu başlıklı farklı bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada balıkların sayısal yeteneklerinin araştırılması amaçlanmış ve balıkların sayısal farkındalıklara sahip olduğu sonucu elde edilmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada sayı duyusunun doğuştan mı yoksa sonradan mı kazanıldığı araştırılmıştır. Bu çalışmalar eğitim ile alakalı olmadığı için analize dahil edilmemiştir.

1.5. Sayı Duyusu ile İlgili Yapılan Tarama Çalışmaları

Çalışmaya ait bu bölümde sayı duyusu kavramına ait tarama çalışmalarının sonuçları yer almaktadır. Kavramın güncel olması sebebiyle tarama çalışmalarının sayısı sınırlıdır.

Yapılan bu çalışmalardan biri Birgin ve Peker' in (2020) "Türkiye'de Sayı Duyusu Konusunda Yapılan Çalışmalara İlişkin Tematik İçerik Analizi" başlıklı çalışmadır. Yapılan bu çalışmada 2000-2018 yılları arasında yurt içinde yapılmış makale, yüksek lisans tezi, doktora tezi ve bildiriler yer almaktadır. Çalışmada toplamda 16 yüksek lisans tezi, 5 doktora tezi, 39 makale ve 4 bildiri tematik içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir. Çalışmaların analizi yayın türü, yılı, örneklem büyüklüğü, örneklem grubu, araştırma yöntemi, temel alınan sayı duyusu sınıflaması, veri toplama aracı ve analiz türü, araştırma konusu ve amacı, öğrencilerin yüksek ve düşük performans gösterdikleri sayı duyusu bileşenleri bakımından incelenmiştir. Veriler betimsel olarak verilmiştir. Meta-sentez yöntemi kullanılarak yapılan çalışma sonucunda sayı duyusu alanında yapılan çalışmaların 2015 yılından itibaren artış gösterdiği, en çok çalışmanın makale türünde yapıldığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmada örneklem sayısının 101-300 arasında genellikle yer aldığı, örneklem grubu olarak en çok çalışmanın ortaokul seviyesinde yapıldığı tespit edilmiştir. Sayı duyusu kavramı üzerine yapılan çalışmaların en çok nicel türünde yapıldığı bunun yanında nitel ve karma türünde çalışmalara da rastlandığı belirtilmiştir. Çalışmada veri toplama aracı olarak daha çok Kayhan Altay'ın (2010) geliştirdiği testin kullanıldığı görülmüştür. Yapılan çalışma sonuçlarının analizine bakıldığında örneklem gruplarının matematikte daha çok kural temelli yöntemleri tercih ettikleri, bu sebepten dolayı katılımcıların sayı duyusu kullanımının düşük olduğu sonucu elde edilmiştir.

Yapılan bir diğer çalışmada Güner ve Gökçe' nin (2021) "Monitoring The Nomological Network Of Number Sense Studies" başlıklı çalışmasıdır. Çalışmada 30 yılda sayı duyusu alanında yapılan çalışmaların bibliyometrik analizini araştırarak nomolojik ağ ile ilgili eğiliminin izlenmesi amaçlanmıştır. 1990-2019 yılları arasında yapılmış sayı duyusu kavramına ait Web of Science veri tabanında yayınlanan tüm makaleler çalışmada yer almaktadır. Elde edilen 448 makalenin analizi incelendiğinde VOSviewer tarafından oluşturulmuş harita ve kümeler sayı duyusu ve

nomolojik ağların varlığı hakkında bilgi vermiştir. Araştırma sonucu incelendiğinde sayı duygusu ile ilgili çalışmaların terimlerinin aralarındaki ilişkinin derecesine göre dört küme oluşturulmuştur. Birinci küme incelendiğinde sayı duygusunu tanımak ve tanımlamak amacıyla oluşturulmuş, ikinci küme öğrencilerin sahip olduğu sayı duygusunu değerlendirmek amacıyla oluşturulmuştur. Üçüncü kümede çeşitli kavramların sayı duygusu ile ilişkisi incelenmiştir. Dördüncü kümede sayı duygusu gelişimine destek veren terimler incelenmiştir. Çalışmadaki bir diğer amaç sayı duygusuna ait terimleri sıralamak, terimler arası ilişkiyi ortaya koymak, iç içe geçmiş durumları belirlemek, sayı duygusu kavramının zenginliğini ortaya koymaktır. Yapılan analizler incelendiğinde kavram hakkında yapılan çalışmaların yıllara göre dağılımının yer aldığı grafik yer almaktadır. Grafik analiz edildiğinde son yıllarda dünya genelinde sayı duygusu alanında yapılan çalışmalar özellikle 2009 yılından sonra artış göstermiştir. Kavram hakkında en çok kullanılan anahtar kelimelere ait tablo incelendiğinde “matematik” kelimesi en çok kullanılan kelime olarak görülmektedir. En az kullanılan kelime ise ‘tahmin’ kelimesidir. Kavrama ait anahtar kelimelerin yıllara göre dağılımının yer aldığı tablo incelendiğinde, 2000 yılına kadar en çok “matematik” kelimesi yer almıştır. 2000 yılından 2010 yılına kadar “erken aritmetik, müdahale, aritmetik, matematik zorlukları, sayı doğrusu, sayısal biliş, diskalkuli, sayma” şeklinde çeşitli kelimeler araştırmalarda kullanılmıştır. Kavrama ait en çok kullanılan 10 anahtar kelimeye ait tablo incelendiğinde “matematik” kelimesi yıllar içinde daha çok kullanılmıştır. “Anaokulu ve tahmin” kelimeleri son yıllarda daha az kullanılırken, “erken aritmetik, diskalkuli” kelimeleri sabit bir sayı grafiği oluşturmuştur. Sayı duygusu çalışmasının en çok yapıldığı ilk on ülkenin yer aldığı tablo incelendiğinde en çok çalışmanın Amerika’da yapıldığı, en az çalışmanın ise Çin’de yapıldığı görülmektedir. Ülkelerin sıralama ve yayınlar açısından sıralamasının yer aldığı tablo incelendiğinde yine ilk sırada Amerika yer alırken son sırada Çin yer almıştır. 1990 yılına kadar sadece ABD’ de sayı duygusu kavramı üzerine araştırma yapılırken, 1994- 1999 yılları arasında Kanada ve Tayvan’da da sayı duygusu alanında çalışmalar yapılmıştır. 2000-2004 yılları arasında Avrupa ülkelerinde de bu alanda çalışma yapmaya başlanmıştır. Çin ise son on yılda bu alanda çalışma yapmaya başlamıştır. Sayı duygusu ile ilgili makalelerdeki terimlerin yer paylaşımı haritası incelendiğinde “öğrenci, sayı, duyu, yetenek” kelimelerinin en

çok kullanıldığı görülmektedir. Sayı duyusu ile ilgili makalelerdeki terimlerin yoğunluk haritası incelendiğinde aynı şekilde “öğrenci, sayı, duyu, yetenek” kelimelerinin en çok kullanıldığı görülmektedir. Sayı duyusu ile ilgili makalelerdeki terimlerin ağ haritası incelendiğinde aynı şekilde “öğrenci, sayı duyusu, yetenek” şeklinde en çok kullanılan kelimeler olduğu görülmektedir.

Alan yazın incelendiğinde Birgin ve Peker’in (2020) çalışmasında yurt içinde yapılmış doktora tezi, yüksek lisans tezi, makale ve bildiriler çalışmaya dahil edilmiştir. Yapılan bu çalışmada farklı olarak 2010-2019 yılları arasında hem yurt içi hem yurt dışında sayı duyusu alanında yapılan makale, yüksek lisans tezi ve doktora tezleri incelenmiştir. Bildiri türünde yapılan çalışmalar kapsam dışı bırakılmıştır. Alan yazındaki çalışmaları inceleyen araştırmada Güner ve Gökçe’nin (2021) sayı duyusu kavramı çalışmasında 30 yıllık süreç dahil edilmiştir. Kavramın bibliyometrik analizinin yapıldığı araştırmada sayı duyusunun tanımını yapmak amacıyla dört küme oluşturulmuştur. Yıllar içerisinde kavram hakkında en çok kullanılan anahtar kelimeler incelenmiştir. Ayrıca ülkelerin sayı duyusu hakkında yaptıkları araştırmaların yoğunluğu analiz edilmiştir. Çalışmalara ait diğer bulgular analize dahil edilmemiştir. Bunun yanında diğer iki araştırmada ya sadece yurt içi ya da yurt dışı çalışmaları üzerine araştırma yapılmışken, yapmış olduğumuz çalışmada yurt içi ve yurt dışı son 20 yıldaki çalışmaların verilerini karşılaştırarak daha kapsamlı analiz yapma, karşılaştırma imkânı bulunmuştur.

2. YÖNTEM

Bu araştırmada sayı duyusu alanında yapılmış ulusal ve uluslararası makale ve tez türündeki çalışmaların incelenmesi amacıyla nitel araştırma yöntemlerinden olan doküman incelemesi modeli kullanılmıştır. Doküman incelemesi, belirlenen problem çerçevesinde, belli zaman aralıklarında yapılan doküman ve belgelerin analizinde kullanılmaktadır (Yıldırım ve şimşek, 2011). Bu çalışmada da sayı duyusu alanında yapılan çalışmaların genel durum ve eğilimlerini belirlemek amacıyla tematik içerik analiz yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada doküman analizi yöntemiyle toplanan çalışmalar tematik içerik analiz kullanılarak analiz edilmiştir. Bu yöntem ilk olarak EPPI-Center (Evidence for Policy and Practice Information) araştırmacıları tarafından, sağlıkla ilgili uygulamalarda “ne içe yarar” sorusu ele alınarak kullanılmış ve geliştirilmiştir. Araştırmacıların nitel araştırmaları ayrı ayrı sentezlemeleri ve daha sonra bulgularını bütünleştirmeleri fikri söz konusudur (Thomas, vd., 2004). Smith’e (1992) göre ise, “tematik” terimi, sözlü materyalin analizini ve bunlarla ilgili nispeten kapsamlı analizlerin, temaların, kategorilerin kombinasyonlarını kapsar. Dolayısıyla, tematik analiz “veri içerisindeki kalıpları tanımlama, analiz etme ve raporlama yöntemi” olarak tanımlanmaktadır (Braun ve Clarke, 2006). Bu anlamda sözel nitelikli verilerin çözümlenerek çeşitli kavramların elde edilmesi olarak özetlenebilir (Batdı, 2019).

Çalışmalarda yer alan nitel bulguları bir araya getirme amacıyla gerçekteştirilen bu anlayış, nitel meta-analiz, meta-etnograf, meta-araştırma, meta-sentez şeklinde farklı isimlerle adlandırılmıştır (Batdı, 2019). Farklı isimlerle anılmalarına rağmen ortak amaç, nitel bulguları karşılaştırmalı şekilde inceleyerek bütünleştirmek ve incelenen konuya yönelik daha geniş bir çerçeve sunmaktır (Hodge, Horvath, Larkin ve Curl, 2011). Meta-sentez olarak isimlendirilen bu analiz yönteminde sadece nitel çalışmalar değil ayrıca nicel ve karma yöntemle yapılan çalışmaları içine alan bir analiz yapılmaktadır (Batdı, 2019; Bair, 2009). Birçok araştırmacı meta-sentez hakkında tanımlar yapmışlardır. Thomas ve Harden (2008), yaptıkları çalışmada, nitel araştırma yöntemlerinin yanı sıra diğer mevcut olan nicel ve karma yöntemlere ait ilkelerin de kullanıldığı “tematik sentez” adı verilen yeni bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Yazarlar, tematik sentezin üç aşamasını: “satır satır

metnin kodlanması”; “tanımlayıcı temaların gelişimi” ve “analitik temalar oluşturulması” olarak açıklamaktadırlar (Batdı, 2019).

Meta-sentez çalışmalarının tıp ve hemşirelik alanlarında daha yaygın kullanımına rastlanmıştır (Kepreotes, 2009; McDermott, Graham ve Hamilton, 2004; Mudge, Kayes ve McPherson, 2015). Ancak son zamanlarda, sosyal bilimler ve eğitim alanlarında da (Aspfors ve Fransson, 2015; Beach, Bagley, Eriksson ve Koro, 2014) kullanılmaya başlanmıştır. Zimmer (2006) meta-sentez çalışmalarında, yeni verilerin var olan kod ve kategorilerle karşılaştırılarak oluşturulduğunu ifade etmiştir. Diğer bir ifadeyle, sistematik bir şekilde bağımsız olarak yürütülmüş araştırmalarda ulaşılan bulguları bir araya getirerek özetleyip yalnızca bir yorum şeklinde raporlaştırmaktadır (Paterson vd., 2001).

Meta-sentez çalışmalarında araştırmacı istatistiksel çözümlemelerden daha çok, senteze dâhil ettiği her bir çalışmanın bulgularını betimleyen ve açıklayan betimleyici anlatılara güvenir. Bu çalışmada, sayı duyusu üzerine yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalar tematik (meta-sentez) içerik analizi yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. 2010-2019 yılları arasında sayı duyusu alanında yapılan çalışmalar bir araya getirilerek meta-sentez tekniği yardımıyla grafik ve tablolar oluşturularak sentezlenmiştir. Çalışmada eğitim alanındaki çalışmalar dahil edildiği için nörolojik alanda yapılan çalışmalar ve hayvanlarla yapılan çalışmalar araştırmaya dahil edilmemiştir.

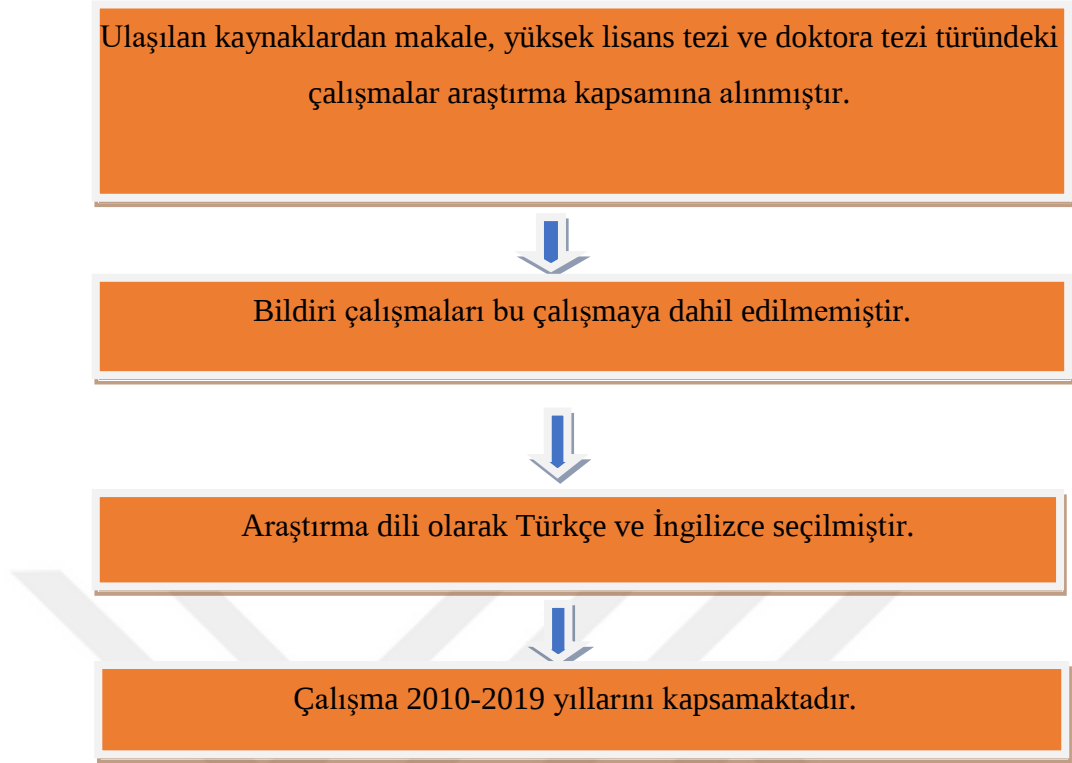
2.1.Çalışma Materyali

2010-2019 yılları arasında sayı duyusu alanında yapılmış olan ulusal ve uluslararası makale, yüksek lisans tezi ve doktora tezi türündeki araştırmalar çalışmaya dahil edilmiş ve tematik içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Yurt içi çalışmalarının başlangıç yılı 2010 olduğu için hem yurt içi hem yurt dışı çalışma başlangıcı 2010 yılı olarak belirlenmiştir.

2.2. Çalışmaların Analizi

2.2.1. Verilerin Toplanması

Yapılan bu çalışma ile Türkiye’ de sayı duyusu alanında yapılmış çalışmalara detaylı şekilde ulaşabilmek amacıyla sayı duyusu kavramı ile ilgili yapılan yurt içi çalışmaları Türkçe ve İngilizce kelimeler (sayı duyusu, sayı hissi, number sense) kullanılarak taranmıştır. Tez türündeki çalışmalar için 2010-2019 yıllarını kapsayacak şekilde YÖK Ulusal Tez Merkezinde detaylı şekilde tarama yapılmıştır. Sayı duyusu alanında yapılan makale türündeki çalışmalar için Türkçe ve İngilizce kelimeler (sayı duyusu, sayı hissi, number sense) kullanılarak Google Akademik arama motoru, Taylor ve Francis, Wiley Online Library, DergiPark, Researchgate.net, Academia merkezlerinde taranmıştır. Yurt dışında yapılan sayı duyusu alanındaki çalışmalar için İngilizce kelimeler (number sense) kullanılarak Education Resources Information Center: ERIC, Taylor ve Francis, Wiley Online Library, Proquest Dissertations ve Theses Global, Summon veri tabanları kullanılarak kapsamlı şekilde tarama işlemi yapılmıştır. Araştırma yapılırken Noblit ve Hare’nin (1998) meta-senteze yönelik önerileri dikkate alınarak süreç belirlenmiştir.



Şekil 2. Noblit ve Hare’ nin (1988) meta-senteze yönelik önerileri dikkate alınarak belirlenen çalışma sürecinin basamakları

Çalışmada belirlenen tarihler yurt içi çalışmalarının başlama tarihi dikkate alınarak belirlenmiştir. Çalışmalar analiz edilirken çalışmayla ilgili olmayan, hayvanlarla yapılan, nörolojik alan dikkate alınarak yapılan çalışmalar, eğitim ile alakalı olmadığı için araştırmaya dahil edilmemiştir. Bunun için çalışmaların içeriğine bakılmasına dikkat edilmiştir. Çalışmaya bildiriler dahil edilmemiştir. Taramalar sonucu 244 çalışmaya ulaşılmıştır. Araştırmalar sonucu elde edilen 244 çalışma içinden 33 çalışma eğitim ile alakalı olmadığı için kapsam dışı bırakılmıştır. Çalışmada kullanılmak amacıyla kalan 52 tez ve 159 makale türünde toplam 211 çalışma araştırma kapsamına dahil edilmiştir. İncelenen tez ve makale türlerindeki çalışmaların verileri analiz edilerek tablo ve şekiller yardımıyla bir bütün halinde sunulmaya çalışılmıştır. Yapılan tablo ve şekiller için süreçte uzman desteği alınmıştır. Çalışmada kullanılan tablo ve şekiller sıralamasındaki başlıklar ise çalışma türü, çalışma türlerinin yıllara göre dağılımı, çalışmalardaki amaçlar, örneklem grubu, örneklem sayısı, veri analiz türü, çalışmada kullanılan veri toplama araçları ve çalışmalara ait sonuçlar şeklinde belirlenmiştir.

2.2.2. Verilerin Analizi

Nitel araştırma yönteminin kullanıldığı bu çalışmada veriler belli sistem dahilinde analiz edilmiştir. Doküman analizinden yararlanılarak yapılan çalışmada ilk olarak dokümanlara ulaşılmıştır. Toplam 244 çalışmaya ulaşılmıştır. Bu araştırmalardan 211 çalışma eğitim ile alakalı olduğu için çalışmaya dahil edilmiştir. Diğer 33 çalışma eğitim ile alakalı olmadığı için araştırmaya dahil edilmemiştir. Ulaşılan çalışmalar için belli bir plan dahilinde süreç işlenmiştir. Öncelikle dokümanların orijinalliğine dikkat edilerek oluşturulan klasörlere eklenmiştir. Dokümanlar incelenmiş, yurt dışı çalışmalar Türkçeye çevrilmiştir. Sonrasında elde edilen çalışmalar analiz edilmiş ve elde edilen veriler kullanılmıştır. Analiz aşaması incelendiğinde ilk olarak kapsama alınan çalışmalar, A1, A2... şeklinde numara verilerek hem yurt içi çalışmalar hem de yurt dışı çalışmalar kodlanmıştır. Çalışmalar bilgisayar ortamında makale ve tez olarak ayrı ayrı klasörlere aktarılmıştır. Bu şekilde ayrılan çalışmalar yıllara göre alt klasörler oluşturulup belli bir plan dahilinde ilerlemiştir. Daha sonra her bir çalışma tek tek okunarak özeti çıkarılmıştır. Bu aşamadan sonra belirlenen problemler ışığında çalışmalar amaç dosyası, bulgular dosyası ve sonuç dosyası şeklinde oluşturulmuştur. Oluşturulan dosyada, ulaşılan 211 çalışmaya ait bilgiler planlı şekilde yer almıştır. Bu şekilde planlanmasındaki amaç çalışmalarda istenen bilgilere ulaşmada kolaylık sağlamaktır. Örneğin, oluşturulan dosyalardan biri olan amaç dosyasında aynı amacı hedefleyen çalışmalar bir araya alınmış ve böylece hedeflenen amaçların bir bütün halinde konu başlıkları altında olması sağlanmıştır. Buda daha sonra yapılacak inceleme ve yorumlama kısmında doğru ve kolay şekilde bilgilere ulaşmada yardımcı olacaktır. Oluşturulan dosyalardan sonra belirlenen araştırma problemleri doğrultusunda ilgili bölümler detaylı bir şekilde incelenmiş ve elde edilen veriler uygun kategoriler altında toplanmıştır. Bu kategoriler bir uzman görüşü ile değerlendirilmiştir. Toplam 211 çalışmanın dahil edildiği araştırmada sayı duyusu kavramına ait veriler belli bir plan dahilinde tablo ve grafikler yardımıyla bir araya getirilerek bilgiler belirlenen hedefler yönünde düzenlenmiştir. Yapılan aşamaları özetlemek için belli maddelerin yer aldığı Noblit ve Hare'nin (1988) oluşturduğu yedi analiz başlığı altında ele alınmıştır. Bunlar:

1. Öncelikle çalışmaya karar verme ve karar verilen konu başlığı hakkında çalışmaya başlama aşamasıdır. Bu şekilde sayı duyusu üzerine çalışmanın ilk adımı atılmış olacaktır.
2. Çalışmada kullanılacak akademik çalışmaların belirlenmesi ve literatür çalışmasının yapılması şeklinde belirlenmiştir.
3. Uzman görüşlerinin de yer aldığı kategoriler oluşturulmuştur.
4. Oluşturulan kategorilerden yararlanılarak tablo ve şekillerin oluşturulması sağlanmıştır.
5. Elde edilen verilerin birbiri ile olan ilişkisi belirlenip bunun açıklanmasının sağlandığı aşamadır.
6. Verilerin bir bütün haline dönüştürülmesinin sağlandığı, oluşturulan bütünlüğün yardımıyla da genellemelerin yapıldığı aşamadır.
7. Bu aşamada amaçlanan sentezin ulaştırılmak istenen kitleye doğru şekilde ifade edilerek ulaştırılmasının sağlandığı kısımdır.

2.2.3. Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Nitel araştırmalar, özneliliğin yüksek olması ve geçerlik ve güvenirliliğin düşük olması bakımından eleştirilmektedir (Arastaman vd., 2018). Örneğin nitel araştırmanın genel bir sistematizmasının olmadığı ve daha çok belirli bir araştırmacıya bağlı olarak bulgular ürettiğine yönelik eleştiriler bulunmaktadır (Arastaman vd., 2018). Başka bir ifadeyle nitel araştırma yöntemlerinin doğası, istatistiksel veya ampirik hesaplamalara dayanmamaktadır (Brink, 1991). Bu noktada nitel araştırmalarda yansızlığın üretilen verilerin onaylanabilirliği ile sağlandığını söylemek mümkündür (Guba, 1981). Bu sebeple yapılan araştırmanın nitel olması sebebiyle elde edilen bulgularda geçerliliğin ve güvenirliliğin belirlenmesi amaçlanmıştır. Geçerlilik ve güvenirliliğin belirlenmesi amacıyla Sandelowski ve Barroso'nun (2007) hazırlamış oldukları ölçütler dikkate alınarak geçerlilik ve güvenirlilik çalışması yapılmıştır. Sandelowski ve Barroso'nun 3 aşamalı süreci incelenmiştir. Bunlar;

1. Tanımlayıcı geçerlilik: Elde edilen veriler gerekçelere dayandırılarak tanımlanmıştır. Çalışmada yer alan kuramsal çerçeve, tablo ve grafikler, kavram hakkında yapılan bilimsel çalışmalara ait verilerden yararlanılarak tanımlanmıştır. Süreçte uzman desteğine başvurulmuştur. Yapılan analizler uzman kişi tarafından incelenerek tanımlamanın kuramsal çerçeve ile örtüşüp örtüşmediğine bakılıp dönütler verilmiştir. Bu maddeden hareketle çalışma verilerinin geçerli ve güvenilir olduğu dikkate alınarak çalışma yapılmıştır.

2. Yorumlayıcı geçerlilik: Araştırmacının yorum sürecinin dahil olduğu nitel araştırmalarda, araştırmacının doğru yorum yapması önemlidir. Araştırmada yapılan yorumlar konunun uzmanı tarafından incelenip yapılan tablo ve grafikler için destek istenmiştir. Uzman kişi ile yapılan ortak çalışma sonucunda tablo ve grafikler oluşturulmuştur. Oluşan tablo ve grafikler uzman desteği alınarak yorumlanmıştır. Yapılan analizler uzman kişi tarafından incelenerek yapılan yorumlamaların doğruluğu ve tutarlılığı analiz edilmiştir. Elde edilen veriler neticesinde iç geçerliliği sağlamak hedeflenmiştir.

3. Kuramsal geçerlilik: Araştırmada elde edilen verilerde araştırmacı yorumunun geçerliliğinin yüksek olması büyük önem taşımaktadır. Geçerliliği yüksek kabul edilen yorumlamanın belirlenen yöntem ile uygunluğunun olması

gerekmektedir. Tüm bu aşamalar sonrasında çalışma açık ve net olmalıdır. Araştırmada da bu durumlara dikkat edilerek çalışma yürütülmüştür. Bu amaçla süreçte kuramsal çerçeveye dahil edilen tüm aşamalarda, kavram hakkında yapılmış bilimsel çalışmalar ışığında süreç planlanmıştır. Yapılan açıklamalarda açık, net ve anlaşılır olmasına dikkat edilmiştir. Süreçte uzman yardımına başvurulmuştur. Yapılan analizler uzman kişi tarafından incelenerek kuramsal çerçevenin doğruluğu ve güvenilirliği analiz edilmiştir.



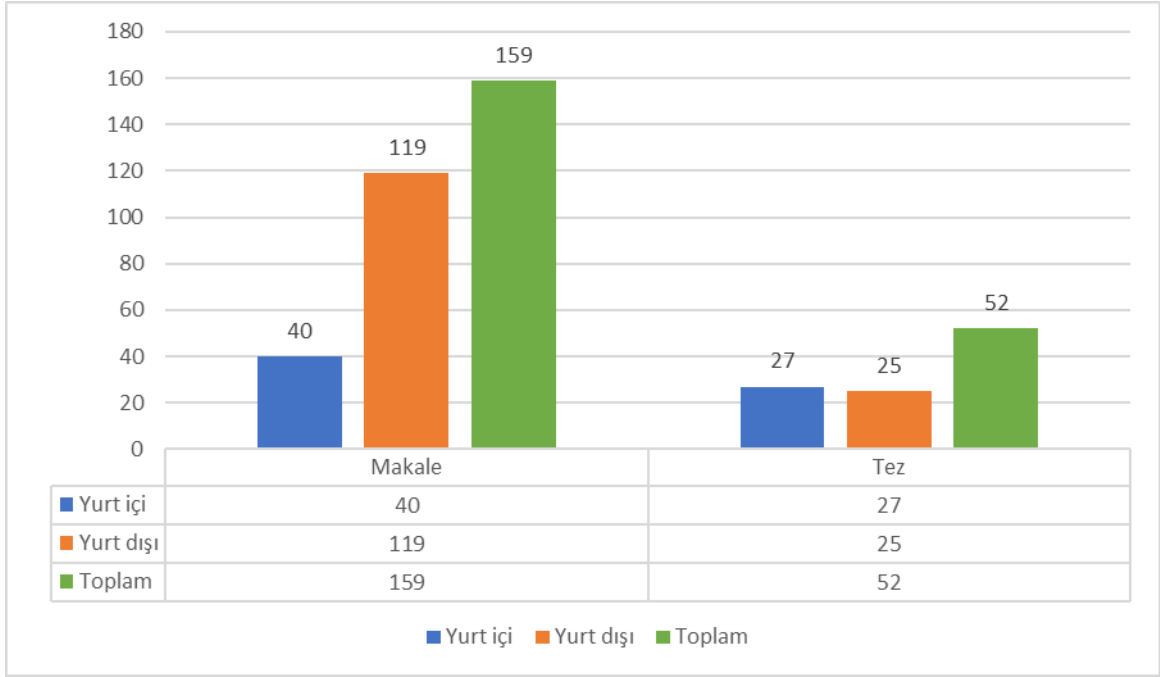
2.3. Bulgular

Bu kısımda araştırmaya dahil edilen çalışmalara ait alt başlıklar yer almaktadır. Birinci alt başlık çalışma türü, yıllara göre çalışma türlerinin dağılımıdır. İkinci alt başlık çalışmalara ait amaçların oluşturduğu tablodur. Üçüncü alt başlıkta örneklem grubu, örneklem sayısı yer almaktadır. Dördüncü alt başlıkta veri analiz türü, veri toplama araçları yer almakta ve en son sonuçların yer aldığı alt başlık bulunmaktadır. Bulgular 2010-2019 yılları arasında yapılmış makale ve tez türündeki çalışmaların analizini kapsamaktadır.

2. 3.1. Çalışmaların Türleri ile İlgili Bulgular

Bu başlık altında sayı duyusu alanında yapılan çalışmaların toplam sayısı ve çalışma türlerinin yıllara göre dağılımını içeren şekiller yer almaktadır.

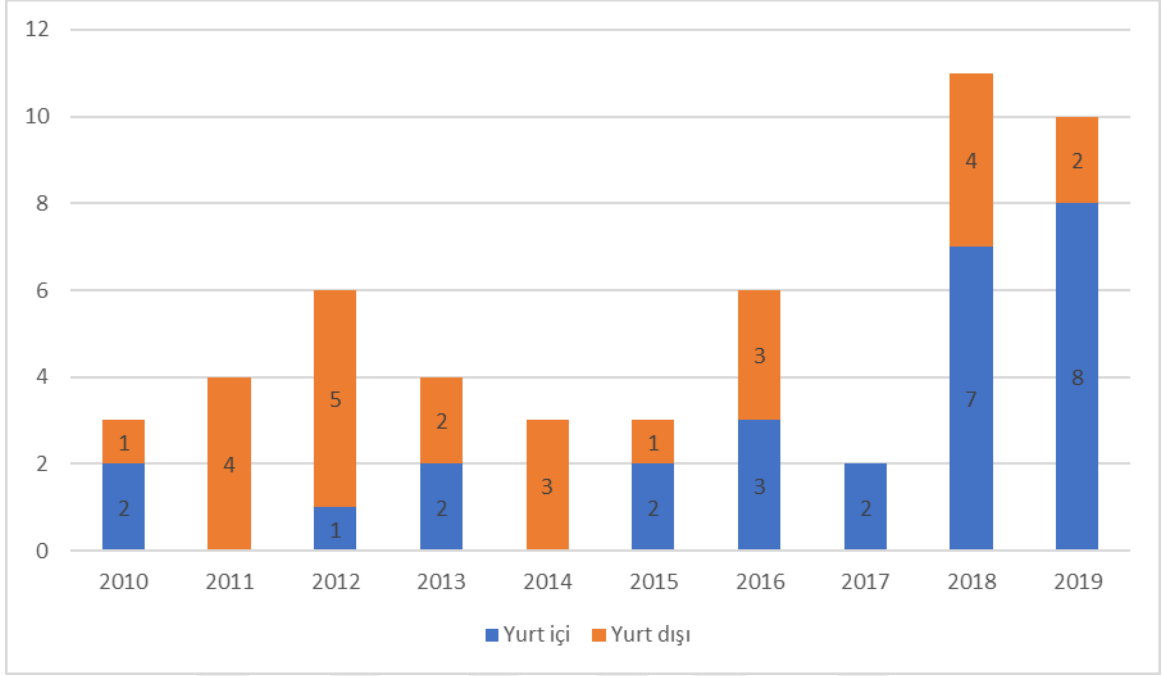
Şekil 3'e göre çalışma kapsamına alınan makale (n=159) ve tez (n=52) türünde toplam 211 çalışmanın yurt içinde tez türünde 27, makale türünde 40 çalışma araştırma kapsamına alınmıştır. Yurt dışında tez türünde toplam 25, makale türünde toplam 119 çalışma araştırma kapsamına alınmıştır.



Şekil 3. Sayı duyusu alanındaki araştırmaların çalışma türüne göre dağılımı

Şekil 3'e göre sayı duyusu alanında 2010-2019 yılları arasında yapılan 211 araştırmanın %75,4'ünü (n=159) makaleler, %24,6'sını (n=52) ise tez çalışmaları oluşturmaktadır. Yapılan araştırmaları yayın yerine göre incelediğimizde, yurt içinde yapılan 67 çalışmanın %59,7'sini (n=40) makaleler, %40,3'ünün (n=27) de tez çalışmaları olduğu görülmektedir. Yurt dışı çalışmalarında ise 144 çalışmanın %82,6'sını (n=119) makaleler, %17,4'ünü (n=25) ise tez çalışmaları oluşturmaktadır.

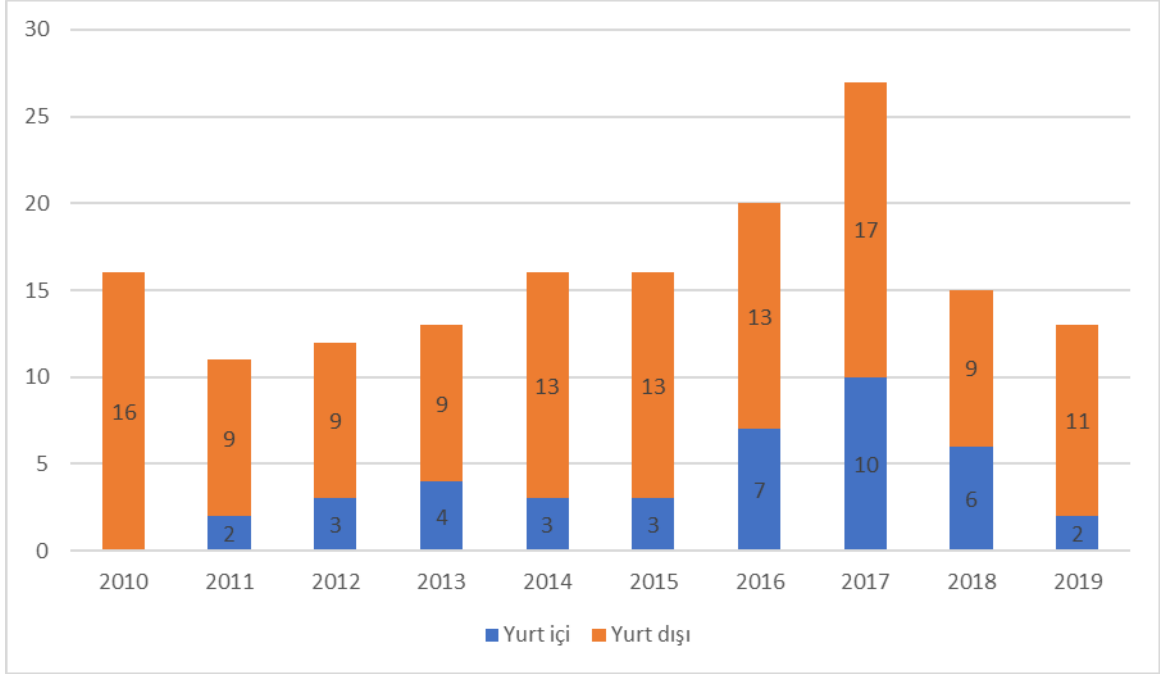
Sayı duyusu alanında yapılan yurt içi ve yurt dışı tez çalışmalarının yıllara göre dağılımı Şekil 4’te verilmiştir. 2018 ve 2019 yılında toplam sayı olarak en çok çalışmanın yapıldığı görülmektedir.



Şekil 4. Sayı duyusu alanındaki araştırmaların tez türünde yıllara göre dağılımı

Şekil 4’e göre, sayı duyusu alanında yapılan tez çalışmalarında son yıllarda (2018-2019) hem yurt içinde hem yurt dışında artış göstermiştir. Yurt içi çalışmalarında tez türünde 2011 ve 2014 yıllarında hiç çalışma yapılmamıştır. Yurt dışında tez türünde çalışma 2017 yılında yapılmamıştır.

Sayı duyusu alanında yapılan yurt içi ve yurt dışı makale çalışmalarının yıllara göre dağılımı Şekil 5’te verilmiştir. Yıllara göre dağılımda en çok çalışmanın 2017 yılında yapıldığı görülmektedir.



Şekil 5. Sayı duyusu alanındaki araştırmaların makale türünde yıllara göre dağılımı

Şekil 5’ e göre, sayı duyusu alanında yapılan makale sayısında 2017 yılı dışında yıllara göre büyük farklılıklar görülmemektedir. Yurt içi çalışmalarında 2010 yılında çalışma yapılmamıştır. Diğer yıllarda makale türünde çalışmalar mevcuttur. Yurt dışında tüm yıllarda makale türünde çalışmalar yapılmıştır. Hem yurt içinde hem yurt dışında en çok çalışma 2017 yılında yapılmıştır.

2.3.2. Çalışmalara Ait Amaçlar ile İlgili Bulgular

Yurt içi ve yurt dışı çalışmalarına ait amaçlar ortak başlıklar altında toplanarak veriler elde edilmiştir. Toplamda 19 amaç belirlenmiştir. Çalışmalarda en çok tercih edilen amaç, birinci sırada yer alan sayı duygusu becerisinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi başlığıdır.

Tablo 1. Çalışmalara ait amaç tablosu

Amaç	Alt Amaç	f	%
1. Sayı duygusu becerisinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi	-öz düzenleme (1) -aile ve çocuk (1) -anne-baba eğitim durumu (6) -okul türü (1) -matematik akademik başarısı (16) -sınıf düzeyi (6) -cinsiyet (7) -sayı duygusu bileşenleri (6) -sözel dil başarımları (1) -akran oyunları (1) -sosyal duygusal unsurlar (1) -hikaye kitabı okuma (1) -oyun (1) -nörobilişsel (1) -üstbiliş (1) -yaratıcı matematiksel oyunlar (4)	55	24,7
2. Sayı duygusunun gelişimi		25	11,3
3.Sayı duygusu performansının incelenmesi		24	10,8

Tablo 1 (Devam). Çalışmalara ait amaç tablosu

4. Üstün yetenekli ve özel gereksinimli sayı duyusu performanslarının incelenmesi	-Williams-Down sendromlu öğrenciler (1) -öğrenme güçlüğü olan öğrenciler (3) -özel yetenekli öğrenciler (2) -zihin yetersizliği olan öğrenciler (1) -Turner sendromlu öğrenciler (1) -MLD’li öğrenciler (1) -ASD’li öğrenciler (2) -Kortikal görme bozukluğu olan öğrenciler (1) -İkizler (1) -Otizm (1)	14	6,3
5. Öğretmenlerin sayı duyusu becerisindeki rolleri		13	5,9
6. Sayı duyusu becerisinin matematik yeteneğinin gelişimine etkisi		13	5,9
7. Mevcut sayı duyusu becerisinin incelenmesi		12	5,4
8. Teknoloji ve sayı duyusu ilişkisinin incelenmesi		12	5,4
9. Matematik müfredatı ve sayı duyusu becerisi ilişkisinin incelenmesi		11	5
10. Sayı duyusu becerisinin matematik konu alanları bakımından incelenmesi		10	4,5

Tablo 1 (Devam). Çalışmalara ait amaç tablosu

11. Sayı duyusu stratejilerinin belirlenmesi	9	4,1
12. Sayı duyusu kavramının incelenmesi	9	4,1
13. Sayı duyusu ve matematik öz-yeterliliği arasındaki ilişki	4	1,8
14. Sayı duyusu ölçeği geliştirme	3	1,4
15. Sayı duyusu testi geliştirme	2	0,9
16. Matematik müfredatının sayı duyusu bileşenlerine göre incelenmesi	2	0,9
17. Sayı duyusu becerisi ve matematiğe karşı tutum ve kaygı	2	0,9
18. Uzamsal yeteneğin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi	-cinsiyet -matematik dersi -okul başarı puanı -sayı duyusu	1 0,5
19. Sayı duyusu ve öz düzenleme puanlarının yordayıcı etkisinin incelenmesi	1	0,5

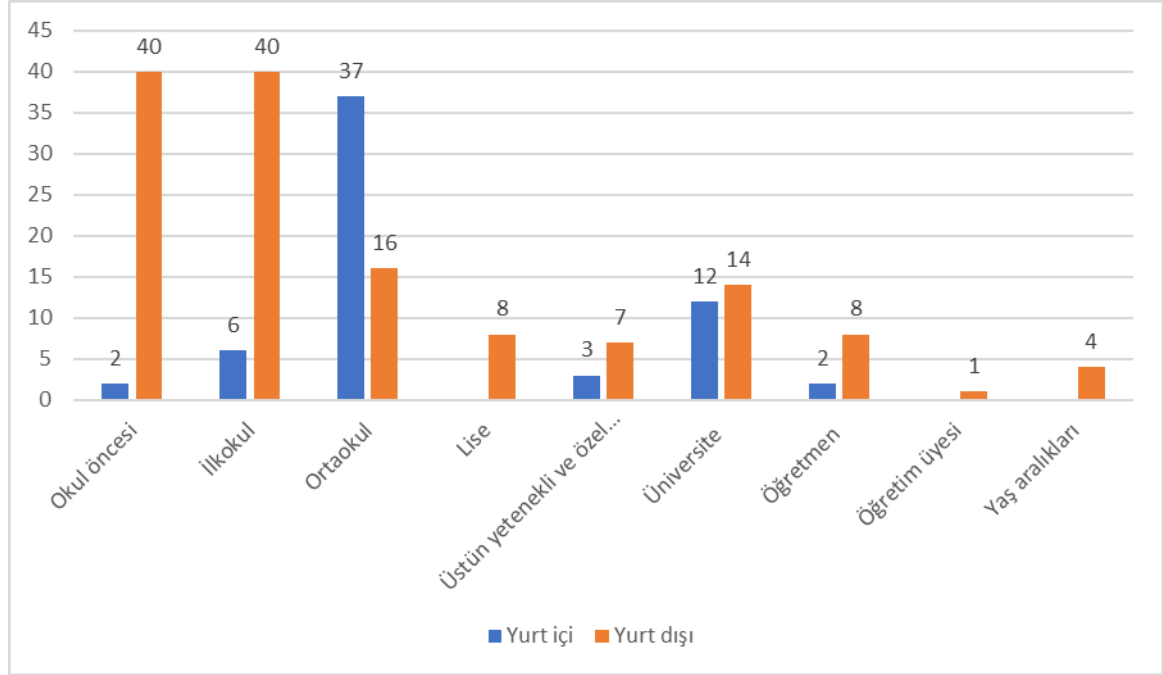
Tablo 2'ye göre, en çok çalışma sayı duyusu becerisinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi (n=55) amacını içeren çalışmalara aittir. Bu amaç kısmını oluşturan çalışmaların birden fazla değişkene (alt amaç) değinmesi sebebiyle her bir

değişken için ayrı frekanslar oluşturulmuştur. Sayı duyusunun gelişimi (n=25), sayı duyusu performansının incelenmesi (n=24) ve üstün yetenekli ve özel gereksinimli öğrencilerin sayı duyusu performanslarının incelenmesi (n=14) diğer başlıklardır. En az çalışma uzamsal yeteneğin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi (n=1) ve sayı duyusu ve öz düzenleme puanlarının yordayıcı etkisi başlıklarıdır.



2.3.3. Çalışmalara Ait Örneklem Grubu ile İlgili Bulgular

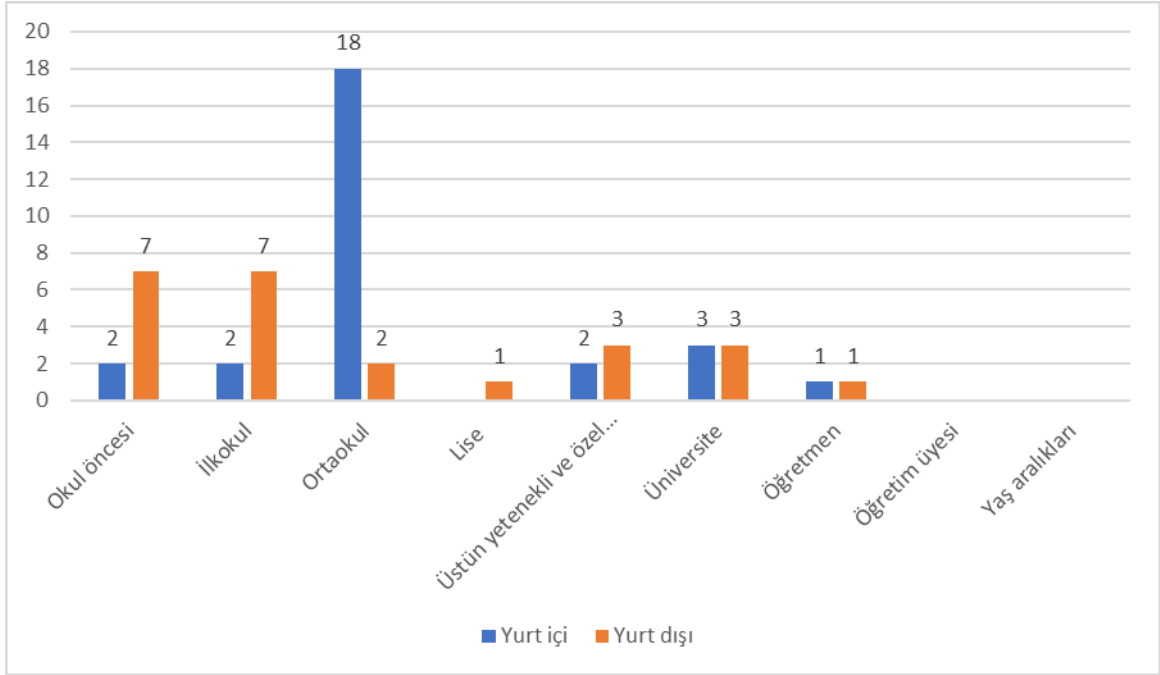
Yapılan çalışmalara ait verilerin analizin de yurt içi ve yurt dışı çalışmalarının örneklem grubunda oluşan değerler arasında farklılıklar görülmektedir. Yurt içinde en çok çalışma yapılan örneklem grubu ortaokul (n=37) iken, yurt dışında en çok çalışma okul öncesi (n=40) ve ilkokul grubu (n=40) olmuştur.



Şekil 6. Sayı duygusu alanındaki çalışmalarının örneklem grubuna göre dağılımı

Şekil 6'ya göre okul öncesi grubuyla en çok çalışma yurt dışında (n=40) yapılmıştır. İlkokul grubu aynı şekilde yurt dışında çalışmalarda en çok tercih edilen örneklem grubu olmuştur (n=40). Yurt içinde ise en çok ortaokul örneklem grubu çalışmalarda tercih edilen olmuştur (n=37). Yurt dışında lise düzeyinde çalışmalara yer verilirken (n=8), yurt içinde bu örneklem grubuyla yapılan çalışmaya rastlanılmamıştır. Üniversite öğrencileri ile en çok çalışma yurt dışında yapılmıştır (n=14). Öğretmen grubuyla hem yurt içinde (n=2) hem yurt dışında (n=8) çalışmalar yapılmıştır. Yaş aralığı alınarak yapılan çalışmalara yurt içinde çalışma yapılmamıştır. Yurt dışında çalışmalar yapılmıştır (n=4). Yurt içinde öğretim üyesi ile çalışma yapılmamıştır. Yurt dışında öğretim üyesi (n=1) ile çalışma yapılmıştır.

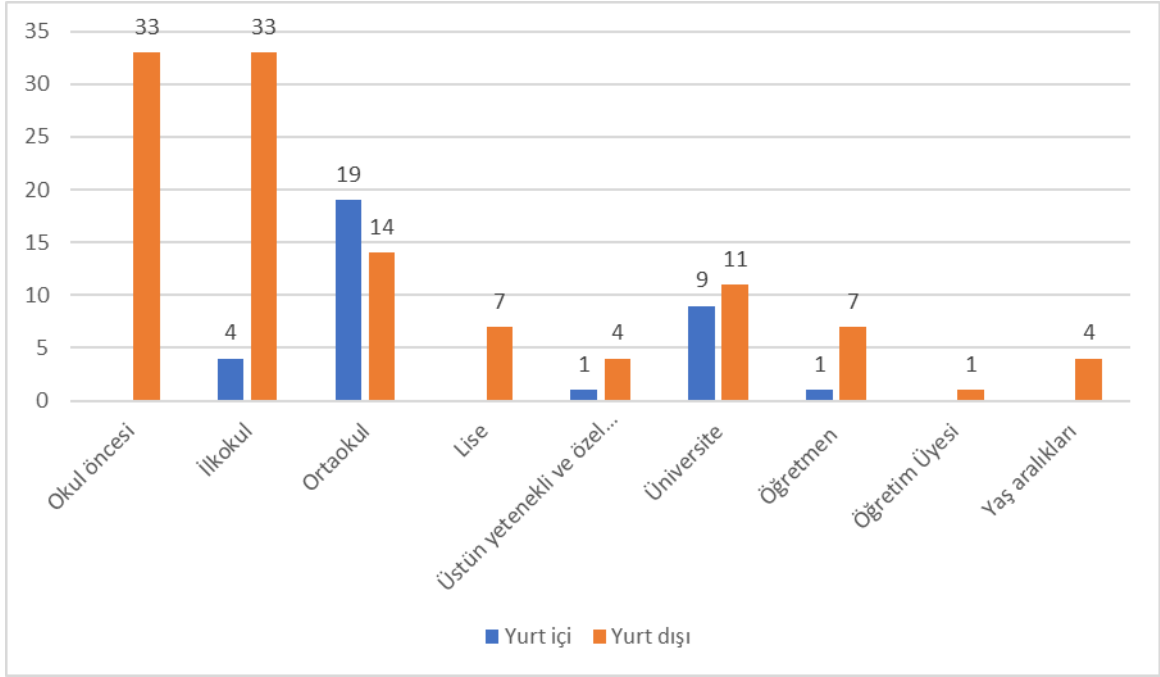
Yapılan çalışmalarda tez türünde örneklem grubu verilerinde yurt içinde en çok çalışma ortaokul gurubuyla (n=18) yapılmıştır. Yurt dışında okul öncesi (n=7) ve ilkokul gurubuyla (n=7) en çok çalışma yapılmıştır.



Şekil 7. Sayı duygusu alanındaki örneklem grubu çalışmalarının tez türüne göre dağılımı

Şekil 7 incelendiğinde tez türünde yurt içinde en çok çalışma ortaokul grubuyla (n=18) yapılmıştır. Yurt dışında ise okul öncesi grubu (n=7) ve ilkokul grubuyla (n=7) en çok çalışma yapılmıştır. Yurt dışında lise grubuyla tez türünde (n=1) çalışma yapılmıştır. Yaş aralıkları ve öğretim üyesi ile çalışma yapılmazken üniversite, öğretmen ve özel öğrencilerle çalışmalar mevcuttur.

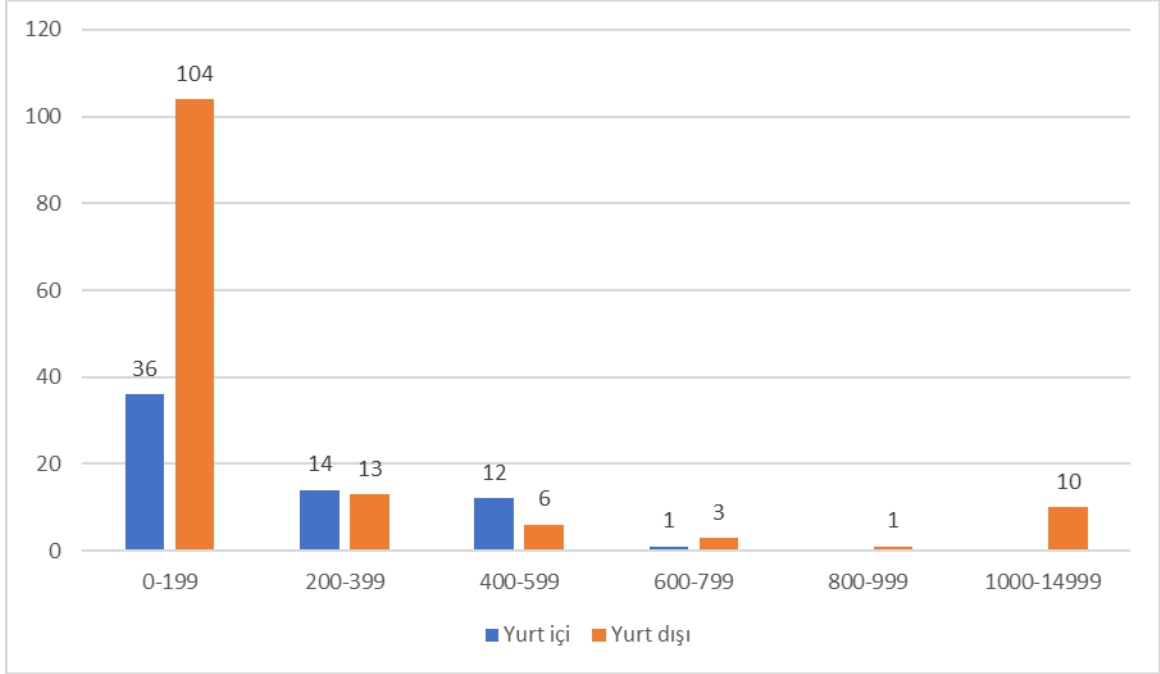
Yapılan çalışmalar incelendiğinde makale türünde yapılan çalışmalardan elde edilen veriler ışığında yurt içinde örneklem grubu olarak en çok çalışma ortaokulla (n=19) yapılmış, okul öncesi grubuyla hiç çalışma yapılmamıştır. Yurt dışında ise okul öncesi (n=33) ve ilkokul grubuyla (n=33) çalışma yapılmıştır.



Şekil 8. Sayı duyusu alanındaki örneklem grubu çalışmalarının makale türüne göre dağılımı

Şekil 8 incelendiğinde makale türünde yurt içinde en çok çalışma ortaokul grubuyla (n=19) yapılmıştır. Yurt dışında ise okul öncesi grubu (n=33) ve ilkokul (n=33) en çok çalışma yapılmıştır. Yurt dışında lise grubuyla (n=7) makale türünde çalışma yapılmıştır. Yurt dışında yaş aralıkları (n=4) ve öğretim üyesi (n=1) ile makale türünde çalışmalara rastlanmaktadır. Ayrıca üniversite, öğretmen ve üstün yetenekli ve özel öğrencilerle yapılan çalışmalarda mevcuttur.

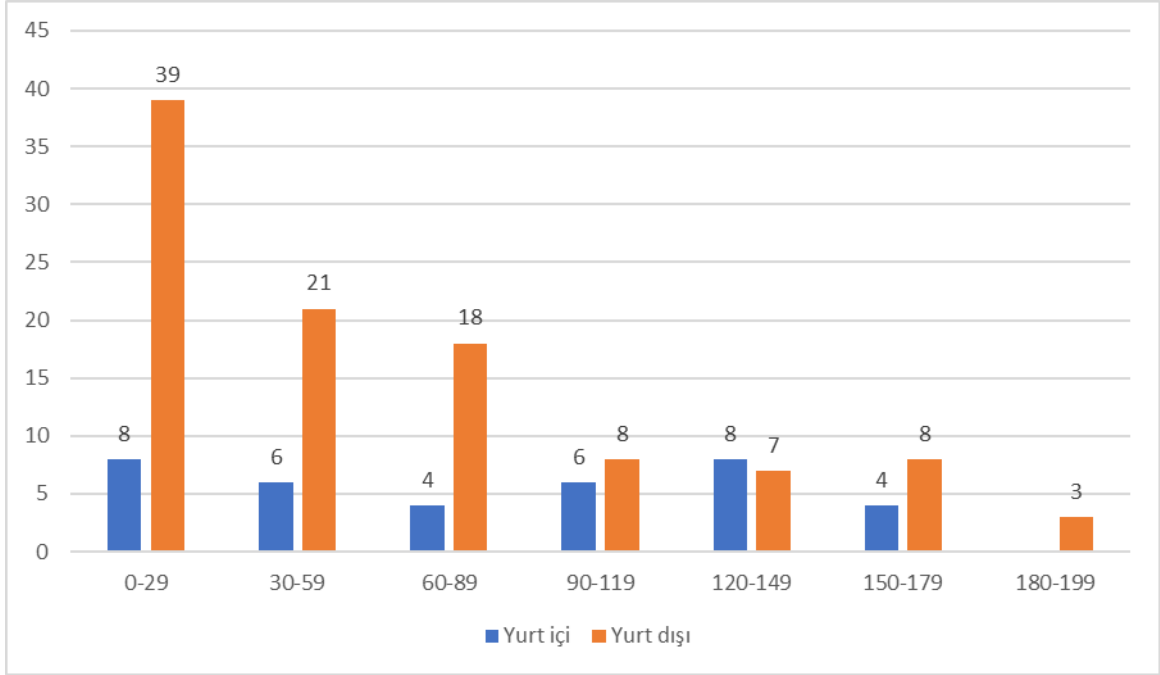
Yapılan çalışmalarda örneklem sayısı verileri incelendiğinde en çok çalışma aralığı hem yurt içinde hem yurt dışında 0-199 sayı aralığında yapılmıştır. 5000-9999 sayı aralığında hem yurt içinde hem yurt dışında hiç çalışma yapılmamıştır.



Şekil 9. Sayı duyusu alanındaki çalışmaların örneklem sayısına göre dağılımı

Şekil 9'a göre, 0-199 sayısı aralığında yurt içinde toplam 36 çalışma, yurt dışında toplam 104 çalışma yapılmıştır. 200-399 sayı aralığında yapılan toplam çalışma sayısı yurt içinde 14 çalışma, yurt dışında 13 çalışma yapılmıştır. 400-599 sayısı aralığında yurt içinde toplam 12 çalışma, yurt dışında 6 çalışma yapılmıştır. 600-799 sayı aralığı incelendiğinde yurt içinde 1 çalışma yapılmıştır. Yurt dışında 3 çalışma yapılmıştır. 800-999 sayı aralığında yurt içinde çalışma yapılmamıştır. Yurt dışında ise 1 çalışma yapılmıştır. 1000-14999 sayı aralığında yurt içinde çalışma yapılmamıştır. Yurt dışında toplam 10 çalışma yapılmıştır. Yapılan 11 çalışma doküman inceleme olduğu için örneklem içermediğinden şekil 9'a dahil edilmemiştir.

Şekil 9’da belirtilen örneklem sayı aralığı 0-199 sayı aralığında bir yığılmanın olduğu, çalışmalarda en çok tercih edilen örneklem sayısının bu aralıkta olduğu görülmektedir. Bu aralık ayrı bir tabloda detaylı şekilde incelenmiştir. Örneklem grubunda 0-199 aralığı yığılma analizinde 0-29, 30-59, 60-89, 90-119, 120-149, 150-179 ve 180-199 şeklinde aralıklara ayrılarak Şekil 10’da sunulmuştur.

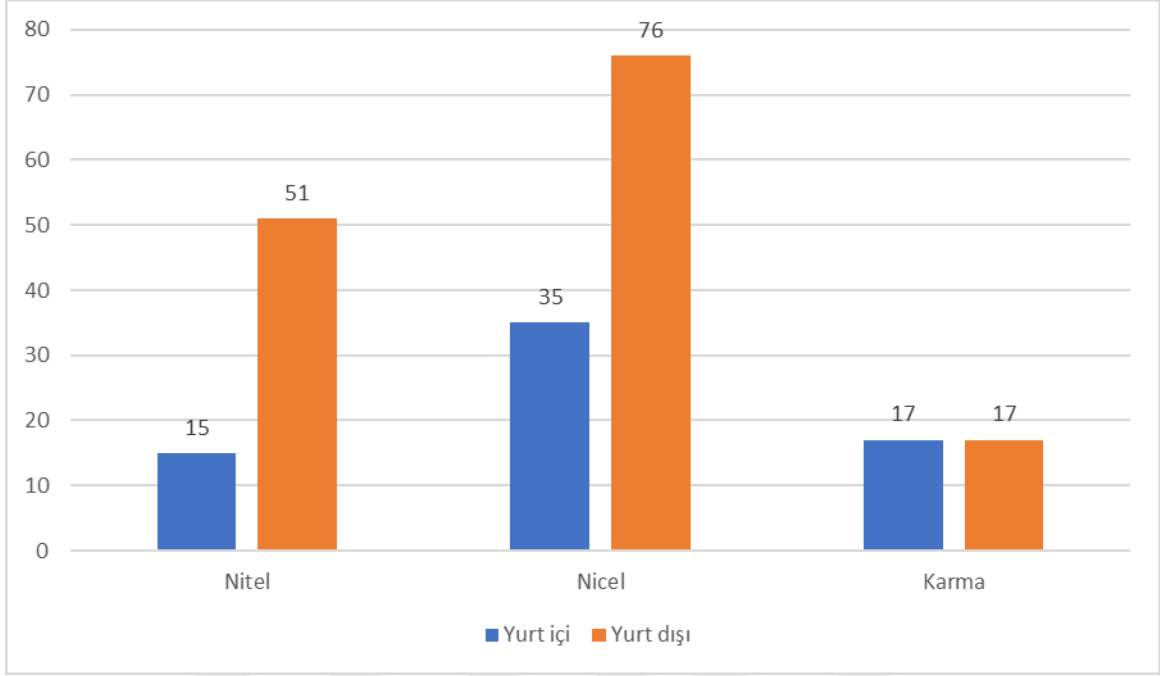


Şekil 10. Sayı duyusu alanındaki çalışmaların örneklem grubunun 0-199 arasındaki yığılma dağılımı

Şekil 10 incelendiğinde, 0-29 aralığında yurt içinde toplam 8 çalışma yer almaktadır. Yurt dışında ise 39 çalışma bu aralıkta yer almaktadır. 30-59 aralığında yurt içinde 6 çalışma yer almaktadır. Yurt dışında ise 21 çalışma yer almaktadır. 60-89 aralığında yurt içinde 4 çalışma yer almaktadır. Yurt dışında ise 18 çalışma yer almaktadır. 90-119 aralığında yurt içinde 6 çalışma yer almaktadır. Yurt dışında ise 8 çalışma yer almaktadır. 120-149 aralığında yurt içinde 8 çalışma yer almaktadır. Yurt dışında ise 7 çalışma yer almaktadır. 150-179 aralığında yurt içinde 4 çalışma yer almaktadır. Yurt dışında ise 8 çalışma yer almaktadır. 180-199 aralığında yurt içinde çalışma yapılmamıştır. Yurt dışında ise 3 çalışma yer almaktadır.

2.3.4. Veri Analiz Türü ve Veri Toplama Araçları ile İlgili Bulgular

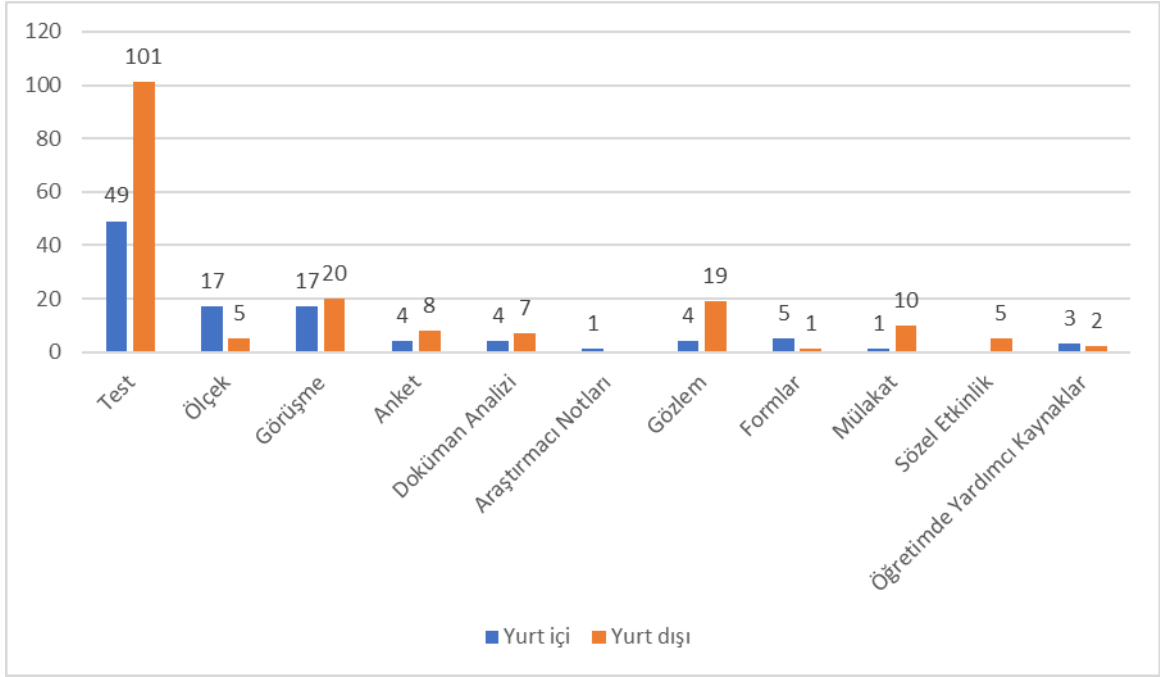
Yapılan çalışmalardan elde edilen veriler ışığında oluşturulan alt başlıklarda veri analiz türü ve veri toplama araçlarına ait şekiller yer almaktadır.



Şekil 11. Sayı duyusu alanındaki çalışmalarının veri analiz türüne göre dağılımı

Şekil 11'e göre yurt içinde nitel veri analiz türünde toplamda 15 (%7,1) çalışma yapılmıştır. Yurt dışında toplamda 51 (%24,2) çalışma yapılmıştır. Nicel türünde yapılan çalışmalar incelendiğinde yurt içinde toplam 35 (%16,6) çalışma yapılmıştır. Yurt dışında ise toplam 76 (%36) çalışma yapılmıştır. Karma analiz türünde yurt içinde toplamda 17 (%8,1) çalışma yapılmıştır. Yurt dışında ise 17 (%8,1) çalışma yapılmıştır. Veri analizinde hem yurt içinde hem yurt dışında en çok nicel veri analiz türünün tercih edildiği görülmektedir. Yurt içinde ikinci en çok tercih edilen analiz türü karma analiz yöntemi olmuştur. Yurt dışında ise en çok nitel veri analiz türü ikinci en çok tercih edilen olmuştur.

Veri toplama araçlarına ait şekil incelendiğinde hem yurt içinde (n=49) hem yurt dışında (n=101) en çok çalışma test türünde yapılmıştır. Yurt içinde en az çalışma araştırmacı notları (n=1) oluştururken, yurt dışında öğretimde yardımcı kaynaklar (n=2) en az veri elde edilen araç olmuştur.



Şekil 12. Sayı duyusu alanındaki çalışmalarının veri toplama araçlarına göre dağılımı

Veri toplama araçlarının analizi incelendiğinde test yönteminin hem yurt içinde (n=49) hem de yurt dışında (n=101) en çok tercih edilen yöntem olduğu görülmektedir. Yurt içinde veri toplama aracı olarak ikinci en çok tercih edilen yöntem ölçek ve görüşme (n=17) yöntemi olmuştur. Yurt dışında ise ikinci en çok kullanılan yöntem görüşme (n=20) olmuştur. Yurt içinde araştırmacı notları (n=1) veri toplama aracı olarak kullanılmış, yurt dışında kullanılmamıştır. Ayrıca sözel etkinlikler (n=5) yurt dışında veri toplama aracı olarak kullanılırken yurt içinde kullanılmamıştır. Formlar yurt içinde (n=5) ve yurt dışında (n=1) veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Anket hem yurt içinde (n=4) hem yurt dışında (n=8) veri toplama aracı olarak kullanılmıştır.

Doküman analizi hem yurt içinde (n=4) hem yurt dışında (n=7) veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Gözlem yöntemi hem yurt içinde (n=4) hem yurt dışında (n=19) veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Mülakat yöntemi hem yurt içinde (n=1) hem yurt dışında (n=10) veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Öğretimde

yardımcı kaynaklar yurt içinde (n=3) ve yurt dışında (n=2) veri toplama aracı olarak kullanılmıştır.



2.3.5. Çalışmaların Sonuçları ile İlgili Bulgular

Yapılan çalışmalar incelendiğinde en çok elde edilen sonuç sayı duyusu ve matematik başarısı arasındaki pozitif (n=94) ilişkisidir.

Tablo 2. Çalışmalara ait sonuç tablosu

Tema	Kod	f	%
Pozitif ilişki	Sayı duyusu becerisi ve mat başarısı ilişkisi	94	38,8
	Sayı duyusu ve çeşitli değişkenler arası ilişki (öz düzenleme, sınıf düzeyi, okul türü, cinsiyet, anne baba tutumu, anne baba eğitim durumu, öğrenci yaşı, genetik etkiler, matematik tutumu	23	9,5
	Sayı duyusu eğitimi ve mat başarısı	14	5,8
	Öğretmenlerin sayı duyusu kavramı farkındalığı ve sayı duyusu kavramının kullanımı	11	4,5
	Teknoloji ve sayı duyusu ilişkisi	11	4,5
	Sayı duyusu, gelişimsel süreç ve mat başarısı	10	4,1
	Sayı duyusu ve sosyal çevre	9	3,7
	Matematik oyunları ve sayı duyusu becerisi	9	3,7
	Sayı duyusu ve zihinsel işlevler	8	3,3
	Özel öğrencilerin sayı duyusu farkındalığı ve sayı duyusu kullanımı	7	2,9
	Okul öncesi dönemde eğitim ve sayı duyusu ilişkisi	7	2,9
	Sayı duyusu becerisi ve mat başarısı arasındaki ilişki	4	1,7
Negatif ilişki	Sayı duyusu ve çeşitli değişkenler arası ilişkisi (cinsiyet)	2	0,8

Tablo 2 (Devam). Çalışmalara ait sonuç tablosu

İlişki yok	Sayı duyusu ve çeşitli değişkenler arası ilişki (cinsiyet)	13	5,4
	Sayı duyusu becerisi ve mat başarısı ilişki	3	1,2
Alan çalışması	Sayı duyusu ve müfredat	2	
	Sayı duyusu testi geliştirme	1	
	Sayı duyusu bileşenlerinin incelenmesi	2 3	17 7
	Sayı duyusu ölçeği geliştirme	1	
	Ders kitaplarının incelenmesi		

Tablo 3'e göre yapılan çalışmalar içinde (n=211) sayı duyusu becerisi ve matematik başarısı ilişkisinde pozitif yönde olumlu ilişki elde edilmiş ve bu ilişki çalışmalar içinde en çok elde edilen sonuç olmuştur. Sayı duyusu, gelişimsel süreç ve matematik başarısı arasında pozitif yönde olumlu ilişki olduğu, gelişimsel süreç içerisinde sayı duyusu becerisinin de arttığı sonucu elde edilmiştir. Elde edilen diğer bir sonuç zihinsel işlevler ve sayı duyusu ilişkisidir. Çalışma sonuçları incelendiğinde pozitif yönde olumlu bir ilişki olduğu sonucu elde edilmiştir. Diğer bir sonuç sayı duyusu eğitimi ile matematik başarısı ilişkisidir. Bu çalışmada pozitif yönde olumlu bir ilişki elde edilmiştir. Matematik oyunları ve sayı duyusu ilişkisinin sonuçları incelendiğinde aralarında pozitif yönde olumlu bir ilişki olduğu yani matematik oyunlarının sayı duyusu gelişimini pozitif yönde etkilediği sonucu elde edilmiştir. Diğer bir sonuç analizinde okul öncesi dönemdeki eğitim ile sayı duyusu becerisi arasındaki ilişki incelenmiş ve pozitif yönde olumlu bir ilişkinin olduğu, okul öncesi eğitimi sırasında verilen sayı duyusu eğitiminin sayı duyusu becerisini olumlu yönde etkilediği sonucu elde edilmiştir.

Öğretmenlerin sayı duyusu farkındalığı üzerine yapılan çalışmaların sonuçları incelendiğinde öğretmenlerin sayı duyusu farkındalığı ile sayı duyusu kavramı kullanımı arasında pozitif ilişki olduğu yani sayı duyusu farkındalığı yüksek olan öğretmenlerde eğitim esnasında sayı duyusu kavramını daha çok kullandıkları görülmüştür. Özel öğrencilerin sayı duyusu farkındalığı üzerine yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçların analizine baktığımızda pozitif yönde bir ilişki olduğu, verilen eğitim sayesinde kazanılan farkındalık ile sayı duyusu kullanımının

arttığı görülmüştür. Farkındalık ne kadar fazla ise sayı duyusunun kullanımı da o kadar fazla olmuştur. Sayı duyusu ve sosyal çevre sonuçları incelendiğinde sosyal çevrenin sayı duyusu üzerinde pozitif yönde olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Sosyal çevre tarafından desteklenen öğrencilerin sayı duyusu farkındalığı yüksek çıkmıştır.

Teknoloji ve sayı duyusu üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde tümünün yurtdışında yapıldığı görülmüştür. Elde edilen sonuçların analizine baktığımızda ise pozitif yönde olumlu bir ilişki olduğu görülmüştür. Yani teknoloji kullanımı sayı duyusu farkındalığını pozitif yönde etkilemiştir. Sayı duyusunun çeşitli değişkenlerle ilişkisi üzerine yapılan çalışmaların sonuçlarını incelediğimizde farklı sonuçlar elde edilmiştir. Birçok çalışmada sayı duyusu becerisi ve cinsiyet arasında bir ilişki bulunamazken diğer çalışmalarda sayı duyusu becerisi ve cinsiyet arasında ilişki olduğu sonuçları elde edilmiştir. Öz düzenleme, sınıf düzeyi, okul türü, anne baba tutumu, anne baba eğitim durumu, öğrenci yaşı, genetik etkiler ve matematik tutumu değişkenleri ile sayı duyusu kavramı arasında pozitif yönde ilişki bulunmuştur.

Sayı duyusu ve matematik başarısı ilişkisini inceleyen bazı çalışmalarda herhangi bir ilişki bulunamamış, sayı duyusu becerisinin matematik becerisini geliştirdiği anlamına gelmediği sonucu elde edilmiştir. Sayı duyusu üzerine yapılan alan çalışmaları incelendiğinde test ve ölçek geliştirme üzerine çalışmalar yapılmıştır. Bunun yanında müfredat ve sayı duyusu üzerine de çalışmalar yapılmıştır.

Sayı duyusunun müfredatta yer almasının önemi aktarılmıştır. Bunun yanında sayı duyusu bileşenleri üzerine yapılan çalışmalar incelenmiştir. Ayrıca öğrencilerin matematikte belli sayı duyusu bileşenini daha çok kullandıkları görülmüştür. Ders programı sayı duyusu bileşenlerine göre incelenmiş ve 2009 yılı programı sayı duyusu kullanımı en yüksek oranda çıkmıştır. 2013 yılı programının ise en düşük orana sahip olduğu görülmüştür. Alan çalışmasında ders kitaplarında sayı duyusunun yer almasının matematik kazanımı için önemli olduğu ifade edilmiştir. Alan çalışmasında ders kitapları üzerine yapılan çalışma tek yurt dışı çalışması iken, diğer alan çalışmaları yurt içinde yapılmıştır.

3. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı sayı duygusu kavramı üzerine yapılan ulusal ve uluslararası çalışmaları meta-sentez yöntemi kullanarak analiz edip kavram hakkında ulaşılan bilgileri bir bütün halinde sunmaktır. Değişen dünyaya paralel olarak, kazanılan bilgilerin anlamlandırılması ve kalıcı olması için matematik bilimi de kendini yenilemekte ve yeni kavramları literatürüne katmaktadır. En son eklenen ve günümüzde önemli bir yere sahip olan sayı duygusu kavramı hakkında yapılan çalışmaların analizi sonucu bilimsel bilgiler elde etmek amaçlanmıştır.

Bu bölümde bulgular öncelikle genel olarak tartışılmış, ardından bulgulardaki sunum sırası dikkate alınarak alt başlıklar altında yorumlanmıştır. Yakın bir geçmişe sahip olan kavram ile ilgili birçok konu başlığında araştırma yapılmıştır. Fakat meta-sentez tekniği kullanılarak yapılan çalışma sayısı çok azdır (Birgin ve Peker, 2020). Bu amaçla ulusal ve uluslararası ulaşılabilen çalışmalar bir araya getirilip analiz edilmiştir. Ulusal alanda ilk çalışmalara 2010 yılında başlandığı için uluslararası çalışmalarda da analize 2010 yılından sonra yapılan çalışmalar dahil edilmiştir. Çalışma doküman analizi yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz edilen veriler tablo ve şekiller oluşturularak bir bütün halinde görülmesi amaçlanmıştır. Yapılan analiz ile kavrama güncel veri kazandırma adına önemlidir. Genel olarak elde edilen veriler incelendiğinde özellikle ülkemizde son yıllarda eğitime dahil edilen kavram ile ilgili yapılan çalışmalarda öğrencilerin sayı duygusu yerine matematikte daha çok kural temelli yöntemi tercih ettikleri gözlemlenmiştir (Kayhan Altay, 2010). Elde edilen bu sonuç güncel bir kavram olması ve eğitime tam olarak dahil edilmemesiyle alakalı olabilir. Yurt dışı çalışmaları incelendiğinde yurt içi çalışma sonuçlarından farklı olarak öğrencilerin kural temelli yöntemler yerine, sayı duygusunu (sayıların esnekliği, sayıların yorumlanması) tercih ettikleri görülmüştür.

Yapılan çalışmalara ait bulgular belli bir sıralama ile sunulmuştur. Sıralamada ilk önce çalışmaların türüne göre genel analizi içeren şekiller yer almaktadır. Daha sonrasında çalışmalara ait amaçların analiz edildiği amaç tablosu yer almaktadır. Sonrasında çalışma türlerinin yıllara göre, çalışmaların örneklem grubuna göre, örneklem sayısına göre, çalışmaların veri analiz türüne göre, çalışmaların veri toplama aracına göre oluşturulmuş şekiller ile çalışmalara ait sonuçların yer aldığı

sonuç tablosu yer almaktadır. Bu bölümde de elde edilen bulgulardaki sunum sırasına göre ulusal ve uluslararası çalışmalardan elde edilen verilerin neler olduğu, ulusal ve uluslararası çalışmaların benzer ve farklı yönlerinin konu alanlarının bilime kazandırdıklarının neler olduğu tartışılmıştır.

3.1. Sayı Duyusu Kavramının Çalışma Türüne Göre Tartışılması

Sayı duyusu kavramı üzerine yapılan çalışmaların türleri bakımından analizinde tez ve makale türünde olanlar çalışmaya dahil edilmiştir. Bildiriler bu çalışmada kapsam dışı bırakılmıştır. Yapılan çalışmalar içinde hem yurt içinde hem yurt dışında en çok çalışma makale türünde yapılmıştır. Birgin ve Peker (2020)'in yapmış olduğu çalışma bu sonucu destekleyici niteliktedir.

3.2. Sayı Duyusu Kavramı Çalışmalarındaki Hedeflenen Amaçların Tartışılması

Sayı duyusu çalışmalarında belirlenen amaçlar incelendiğinde en çok tercih edilen amaç, sayı duyusunun çeşitli değişkenlerle ilişkisidir (Kayhan Altay, 2010; Ivrendi, 2011; Akkaya, 2015; Çataklı, 2018; Süel, 2019). Belirlenen değişkenlerin sayı duyusu ile ilişkisini daha derinlemesine incelediğimizde en çok matematik akademik başarısı ve sayı duyusu ilişkisini amaçlayan çalışmalar olmuştur. Ayrıca son yıllarda sayı duyusu alanında da yapılan çalışma sayısı artmıştır. Buna sebep olarak ise sayı duyusunun MEB (2017) matematik müfredatında kendini daha çok hissettirmesi şeklinde yorumlanabilir. Bunun yanında sosyal çevrenin sayı duyusu becerisine etkisinin araştırıldığı çalışmalara bakıldığında, aile ve çocuk ilişkisi, anne-baba eğitim durumu, okul türü ve sosyal-duyusal unsurlar şeklindeki amaçlara ait alt başlıklara ulaşılmıştır (Kayhan Altay, 2010; Ivrendi, 2011; Çekirdekçi, 2015; Çataklı, Koparan, 2017; Şahin, 2018). Yapılan çalışmalar incelendiğinde sosyal çevre ve sayı duyusu kavramı arasında pozitif yönde olumlu ilişki bulunmuştur (Kayhan Altay, 2010; Ivrendi, 2011; Çekirdekçi, 2015; Çataklı, Koparan, 2017; Şahin, 2018). Burdan yola çıkılarak sosyal çevre bakımından desteklenen bireylerin sayı duyusu performanslarının da iyi olduğu yorumu elde edilebilir. Bu ilişkide Jordan ve ark. (2012) yaptığı çalışma sonucu bu yorumu destekleyici niteliktedir. Sayı duyusu ve öz düzenleme ilişkisine bakıldığında öz düzenlemesine sahip bireylerin sayı duyusu performansının olumlu yönde etkilendiği

yorumu çalışmalar ışığında yapılabilir (Ivrendi, 2011). Sınıf düzeyi, cinsiyet, sayı duyusu bileşenleri, matematik, sözel dil başarımları, akran oyunları, hikâye kitabı okuma ile ilişkisini ortaya koymayı amaçlayan çalışmalar yapılmıştır (Kilimlioğlu, 2018). Sayı duyusu becerisi ve matematik konuları arasındaki ilişki incelendiğinde birbiriyle bağlantılı olduğu görülmüştür (Şengül ve Gülbağcı, 2012; İymen, 2012; Bayram ve Duatepe Paksu, 2014; Er ve Artut, 2016; Yapıcı ve Kayhan Altay, 2017; Hut, 2019;). Matematik eğitimi içinde sayı duyusu ne kadar çok yer alırsa matematik konularındaki başarıda o derece artabilir. Diğer amaçlanan başlıklar incelendiğinde özel öğrencilerde sayı duyusu becerisini kapsayan çalışmalarda en çok, sayı duyusu ve öğrenme güçlüğü olan bireylerin ilişkisi incelenmiştir (Kesler vd., 2011; Maryam vd., 2011; Tosto vd., 2014; Aragoan vd., 2015; Julio-Costa vd., 2015; Tunalı, 2018; Yenioğlu, 2019). Elde edilen sonuçlar incelendiğinde yine sosyal olarak desteklenen, eğitim çevresi buna uygun hale getirilen bireylerin başarılarındaki artış (Yenioğlu, 2019) bizi her bireyin başarıya ulaşabileceği yorumuna götürebilir. Çalışmalarda amaçlanan diğer başlığa baktığımızda öğretmenlerin sayı duyusundaki rolleri olmuştur (Kaplan, 2012; Yaman, 2014). Yapılan araştırmalardan elde edilen veriler ışığında sayı duyusu becerisine sahip öğretmenlerin sayı duyusu kavramının aktarılması konusunda daha başarılı oldukları yorumu yapılabilir. Dayı'nın (2018) yapmış olduğu çalışmada bu yorumu destekleyici sonuçlar elde edilmiştir. Sayı duyusu kavramına ait test geliştirme ve ölçek geliştirme amaçlanan başlıklar arasındadır. Diğer başlıklar sayı duyusu bileşenleri, sayı duyusu performansının, sayı duyusu stratejilerinin belirlenmesi, sayı duyusu ve öz düzenleme puanlarının yordayıcı etkisi, sayı duyusu ve üstbilgi ilişkisi, matematik müfredatı ve sayı duyusu bileşenleri, öğrencilerin sayı duyusu bileşenleri açısından mevcut profilleri, sayı duyusu becerisi ve matematiğe karşı tutum, uzamsal yeteneğin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi, sayı duyusu ve matematik kaygısı, sayı duyusunun gelişimi, sayı duyusu ve cebirsel düşünme düzeyinin belirlenmesi, sayı duyusu kavramı, matematik müfredatı ve sayı duyusu becerisi, teknoloji ve sayı duyusu ilişkisi, var olan sayı duyusu becerisi, sayı duyusu becerisinin matematik yeteneğinin gelişimine etkisi, matematiksel şekiller ve sayı duyusu, sayı duyusu ve nörobilişsel ilişki, yaratıcı matematiksel oyun biçimleri ve sayı duyusu ilişkisi amaçlanan diğer

başlıklardır. Sayı duyusu kavramı hakkında çalışmalarda hedeflenen amaçlar on altı başlık altında incelenmiştir. Bunlara devam eden bölümde yer verilmiştir.

3.2.1. Sayı Duyusu Bileşenlerinin Tartışılması

Yapılan çalışmalarda literatürdeki sayı duyusu bileşenlerini inceleyip belli bir başlık altında toplamak amaçlanmıştır. McIntosh ve arkadaşlarına (1992) ait olan sayı hissi bileşenlerinin sınıflaması incelenen çalışmalardan çok tercih edilen bileşendir. Daha genel basamaklardan oluşması ve basit olarak sunması tercih sebebi olarak yorumlanabilir. Şengül, Gülbağcı Dede'nin (2013) yapmış olduğu çalışmada en çok tercih edilen bileşen olduğu ifade edilerek yapılan yorumları destekleyici niteliktedir.

3.2.2. Sayı Duyusu Ölçeği Geliştirilmesinin Tartışılması

Araştırmadan elde edilen veriler ışığında çalışmalarda en çok sayı duyusu testi kullanıldığı görülmüştür. Bunun sebebi olarak kavramın güncelliği ve kavrama ait çalışmaların sınırlılığı, daha hızlı bilgiye ulaşma konusunda kolaylık sağlayacağı şeklinde düşünülüp daha çok tercih edilmiş olabilir. Çalışmalarda kullanılan testler incelendiğinde Kayhan Altay ve Umay'ın ortaokul öğrencilerinin sayı duyularını belirlemeye yönelik geliştirdikleri ölçekler kullanılmıştır (Cansız Aktaş vd., 2018). Bunun için Yang (1995) tarafından belirlenen altı boyut dikkate alınarak bir taslak ölçek hazırlanmıştır (Kayhan Altay ve Umay, 2013). Kullanılan ölçekler yardımıyla sayı duyusu hakkında bilgilere ulaşmak amaçlanmıştır. Yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde üslü sayılar ile ilgili sayı duyusunun, sayı duyusu bileşenleri bakımından incelenmesinde kullanılabilecek bir ölçek geliştirmeyi amaçlayan çalışma mevcuttur (İkizoğlu ve Duatpe Paksu, 2016). Diğer bir çalışmada özyeterlilik ve sayı duyusu üzerine yapılan çalışmadır. Çalışmada, öz-yeterliliği düşük olan bireyleri ve yüksek olan bireyleri incelemek amacıyla öz-yeterlilik testi geliştirilmiştir (Ulusoy ve Şahiner, 2017). Yapılan bu çalışmada sayı duyusunu kullanmaya yönelik öz-yeterliliğinde sıkıntı görülen öğrencilerin bu konudaki farkındalıkları artırmak amaçlanmıştır. Bu veriler ışığında eğitim programı yeniden düzenlenip, hedeflenen kazanımlar öğrencilere kazandırılabilir (Ulusoy ve Şahiner, 2017). Araştırmalarda elde edilen bu veriler ışığında sayı duyusu kavramının

ölçülmesinde kullanılan belli sınıflandırmalar bulunmaktadır. Kayhan Altay ve Umay'ın (2013), Reys vd. (1999) ve İymen ve Duatepe Paksu'nun (2015) geliştirdiği sayı duyusu kavramına ait bu sınıflandırmalar çalışmalarda yer almıştır. Sınırlı sayıda sınıflandırmanın bulunması yapılan çalışmaların yeterli düzeyde olamamasıyla açıklanabilir. Aktaş Ulusoy ve Şahiner'in (2017) yapmış olduğu çalışmada da bunu destekleyici sonuçlar elde edilmiştir.

3.2.3 Sayı Duyusunun Öğretmenlerin Mesleki Gelişimine, Öğrencilerin Gelişimine ve Matematiğin Gelişimine Katkısının Tartışılması

Yapılan çalışmalar incelendiğinde sayı duyusu kavramı hakkında birçok farklı alanda yapılmış çalışmalara rastlanılmaktadır (Kayhan Altay, 2010; Kayhan Altay ve Umay, 2011; Ivrendi, 2011; İymen, 2012; Günkaya, 2018; Tunalı, 2018; Süel, 2019; Yenioğlu, 2019; Kesler vd., 2011; Hiniker vd., 2016; Henning, 2018; Lee, 2019; Yang, Tsai, 2010; Arthur J. Baroody vd., 2012; Maria G. Tosto vd., 2013; Joe Champion ve Ann Wheeler, 2014; Mirawati, 2017; Harun Rasyid, 2019). Meta-sentez yöntemi kullanılarak analiz edilen çalışmalarda kavrama ait testlerin belirlenmesi, oluşturulması da dahil olmak üzere kavram ve matematik ilişkisi incelenmiştir. Çalışmalardan elde edilen veriler ışığında kavram kullanımı ve matematik başarısı arasında pozitif yönde olumlu ilişki görülmüştür (Kayhan Altay, 2010; Harç, 2010). Bu sonuç ışığında kavrama sahip bireylerin matematik başarısının yüksek olduğu yorumu yapılabilir. Kayhan Altay'ın (2010) yapmış olduğu çalışmada bu yorumu destekleyici sonuçlara ulaşılmıştır. Öğretmenlerle yapılan çalışmalar incelendiğinde kavram bilgisine sahip öğretmenlerin matematik eğitiminde sayı duyusunu daha çok kullandıkları görülmüş, kavram bilgisi zayıf öğretmenlerin ise daha çok kural temelli yöntemleri kullandıkları görülmüştür (Dayı, 2018). Öğrencilerle yapılan çalışmalarda da aynı sonuçlar elde edilmiş, sayı duyusu kavramına dayalı eğitim alan öğrencilerde kavram kullanımı daha yüksekken, kural temelli eğitim alan öğrencilerde kavram bilgisinin zayıf olduğu görülmüştür (Kayhan Altay, 2010; Çekirdekçi, 2015). Yapılan çalışmalar ışığında tümünün temelinde sayı duyusu kavramının matematik için ne kadar önemli olduğu yorumu yapılabilir. Sayı duyusu kavramının kullanımının düşüklüğü MEB'in (2017) müfredatta yeni yeni hissettirmeye başlaması, kavrama ait yaşantıların yeterli düzeyde olmaması şeklinde

yorumlanabilir. Dayı'nın (2018) yapmış olduğu çalışmada da bu yorumu destekleyici sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca Clark ve Peterson (1986) yapmış oldukları çalışmada öğretmende yeterli olmayan sayı duygusu becerisinin öğrenciye aktarımının da yeterli düzeyde olmasının beklenmesinin doğru olmayacağı ifade edilmiştir. Kavram ile ilgili yaşantının seviyesi, sayı duygusu becerisini kazanma seviyesi ile orantılı olduğu şeklinde yorumlanabilir. Kaminski'nin (2002) yapmış olduğu çalışmada da bu yorumu destekleyici sonuçlar içermektedir.

3.2.4. Öğretmenlerin Sayı Duyusu Becerisinin Tartışılması

Kavram bilgisi ve matematik başarısı arasındaki olumlu ilişkiden yola çıkılarak, öğretmenlerin sahip oldukları sayı duygusu kavramı bilgisi ile matematik başarısı arasında da pozitif ilişki vardır yorumu yapılabilir. Bunun en önemli sebebi olarak kavram ve matematiğin iç içe olması ve kavram bilgisine sahip bireylerin kullanımı ve aktarımında da başarılı olabileceği şeklinde yorumlanabilir. Dayı'nın (2018) yapmış olduğu çalışmada da bu yorumu destekleyici sonuçlar elde edilmiştir. Clark ve Peterson'nun (1986) yapmış olduğu çalışmada öğretmen donanımının öğrenci başarısındaki rolünün yüksekliği yapılan yorumları destekleyici niteliktedir. Öğretmenin matematik bilimine hakimiyeti ne kadar yüksekse aktarım konusunda da çok daha başarılıdır şeklinde yorumlanabilir. Farklı bileşenlerde başarı ve başarısızlıklar gösteren öğretmenlerin (Dayı, 2018) bu durumunun sebebi olarak kavrama ait bilgi eksikliği ve yaşantılarındaki eksiklikler şeklinde yorumlanabilir. Yanlış akıl yürütmeler, kavram yanılgıları, işlemlerde bilgi ağırlıklı çözümlerin yapılması, kavramsal anlamalardaki eksiklikler, farklı çözüm yollarının kullanılamaması kavram eksikliğinin göstergesi olduğu şeklinde de yorumlanabilir. Clark ve Peterson'nun (1986) yaptıkları araştırmalar öğretmenlerin, öğrencilerin hem matematik ders başarısını hem de tutumlarını etkilediğini ortaya koymaktadır. Glinner'de (1991) yapmış olduğu çalışmada matematikteki belli kavramların eksikliğinin kural temelli eğitimden kaynaklandığını ifade ederek yapılan yorumları destekleyici sonuçlar elde etmiştir.

Yaşanılan problemlerin temeline gidilmesi ve öğretmen adaylarının eğitimlerinde daha çok yer alması gerektiği şeklinde yorumlayan Dayı (2018), çözüm süreçlerini açıklarken tahmin etme ve zihinsel hesaplama yöntemlerini

kullanmadıkları, kural temelli yazılı hesaplama ve algoritma kullandıklarını, bunun sebebinin ise sayı duyusu eksikliği olduğu şeklinde yorumlamıştır. Kaminski (2002) yapılan çalışmaların kural temelli olduğunu, kural temelli yöntemin matematiğin zihinsel hesaplama ve modelleme gibi süreçlerini kısıtladığını ifade ederek yapılan yorumları desteklemektedir. Kayhan Altay ve Umay (2011) tarafından yapılan çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının hesaplama becerileri ve sayı duyuları arasındaki ilişki incelenmiş ve aralarında pozitif yönde olumlu bir ilişki olmadığı sonucu elde edilmiştir. Böyle bir temele sahip eğitimcilerin sayı duyusu becerisine sahip olmadıkları gibi bunu aktarmada da yetersiz olduğu yorumu yapılabilir. Şengül'ün (2013) öğretmen adayları ile yapmış olduğu çalışma sonucunda bu yorumları destekler sonuçlar elde edilmiştir. Yukarıdaki açıklamalar göz önüne alındığında öğretmen adaylarının sayı duyularının incelenmesi matematik öğretimi açısından önemli bir hale gelmiştir (Clark ve Peterson, 1986). Bu amaçladır ki yapılan araştırmalarda öğretmenlerin sayı duyusu becerileri incelenmek istenmiştir. Böylece var olan bilgiye göre süreci belirlemede kolaylık sağlayabilir.

MEB'in (2017) matematik öğretim programında, sayı duyusu kavramına ilişkin açık bir vurgu yoktur. Buna rağmen öğretim programlarımızın genel amaçları arasında tahmin etme ve zihinsel hesaplama becerilerinin etkin bir şekilde kullanılması yer almaktadır (MEB, 2017). Böylece eğitim programlarında net şekilde yer almasa dahi sayı duyusu kavramını hissettiren programlar mevcuttur yorumuna ulaşılabilir.

Örneğin beşinci sınıf öğrencilerinin “sadeleştirme ve genişletmenin kesrin değerini değiştirmeyeceğini anlar ve kesre denk olan kesirler oluşturur” kazanımı öğrencilerin sayı duyusu stratejilerinden olan ayrıştırma ve yeniden düzenlemeyi kullanarak kesirlere denk gösterimler oluşturması beklenir (Kartal, 2016). Altıncı sınıf seviyesinde öğrencilerin kesirleri karşılaştırması, sıralaması ve sayı doğrusunda göstermesi beklenmektedir. Matematik ders kitabında öğrenciler sayı duyusu stratejisi olan bütüne tamamlamaya yönlendirilmiştir (Dede ve Şengül, 2016). Altıncı sınıf öğrencilerinden bir doğal sayı ile bir kesrin çarpma işlemini yapması ve anlamlandırması beklenmektedir (Dayı, 2018). Bunun için öğrencilerin sayı duyusu bileşenlerinden olan işlemlerin göreceli etkilerini kullanarak çarpma işlemini yapıp sonucu anlamlandırması gerekmektedir (Kartal, 2016). Sekizinci sınıf

öğrencilerinden “ondalık gösterimlerin kareköklerini” belirlemesi beklenmektedir. Bu durumda öğrenciler sayı duyusu bileşenlerinden olan ayrıştırma ve yeniden düzenleme yaparak birbirine eş değer iki ifade oluşturup ondalık gösterimlerin kareköklerini belirleyebilirler (MEB, 2017). Bu veriler ışığında iyi bir planlamayla bunların öğrencilere aktarımı matematik başarısını olumlu yönde etkileyebilir şeklinde yorumlanabilir. Dayı’nın (2018) yapmış olduğu çalışmada bu yorumu destekler sonuçlar elde edilmiştir.

3.2.5. Sayı Duyusu Performansının Tartışılması

Sayı duyusu performansının incelendiği çalışmalarda sayı duyusu becerisi yüksek olan bireylerde matematik performansındaki yükseklik, ikisi arasında pozitif yönde olumlu ilişki olduğu şeklinde yorumlanabilir. Buda bireylerde matematiğe karşı olumlu bakış açısı kazandırabilir. Waldera’nın (2018) yapmış olduğu çalışmada da sayı duyusu becerisindeki yükseklik matematiğe yönelik özgüvenlerini geliştirdiği şeklinde elde ettiği sonuç ile bu yorumu desteklemektedir. Matematiksel yorumlamaya sahip bireylerin işlemleri yapabileceğine olan inancının artması performanslarında da ciddi oranda etkilemektedir. Bu performans artışı, sayıları yorumlamadaki başarısıyla alakalıdır şeklinde yorumlanabilir. Sayı dilinin anlaşılması üzerine Westbrook’un (2019) yapmış olduğu çalışmada bunu destekler sonuçlar içermektedir. Matematiğin sadece eğitimle kazandırılmayacağı çevresel faktörlerinde öneminin yüksek olduğu incelenen çalışmalardan da karşımıza çıkmaktadır. Nys ve Content (2010) yapmış oldukları çalışmada matematik ve sayı ilişkisinde sadece aritmetik ilişkinin değil ayrıca bireysel farklılıklar boyutunun da mevcut olduğunu belirterek yapılan yorumu desteklemektedir. Çalışmalardan elde edilen bilgilere göre matematikte ve matematiğe ait kavramlarda bireysel farkındalık matematik başarısında da olumlu sonuçlar verebilir. Birbiriyle alakalı bu durum üzerine kavram hakkında yapılan çalışmalar ışığında kâğıt kalem kullanarak verilen kural temelli eğitimlerin matematik başarısında olumlu bir etkiye sahip olmadığını, aksine bireyi tembelliğe sürüklediği, yaşantılarla sunulan eğitimlerin daha kalıcı ve daha sağlıklı olduğu ve daha kalıcı bilgilere bizi ulaştırdığı yapılan çalışmalar sonucunda elde edilmiştir (Kayhan Altay, 2010; Harç, 2010; Çekirdekçi ve Doğan, 2016; Can ve Durmaz, 2016; Güreffe vd., 2017). İvrendi’nin (2016) yapmış olduğu

çalışmada da kavram hakkında yaşantıların önemi üzerine elde ettiği sonuçlar, yapılan yorumları desteklemektedir. Yapılan çalışmalardan yaşantı arttıkça performans artmaktadır şeklinde yoruma ulaşılabilir. Ayrıca öğrencilerin düzeyine uygun performans ölçme stratejileri oluşturulabilir. Buna en iyi örneklerden biri olarak okul öncesi dönem öğrencilerinde kâğıt kalem kullanımının imkânsız olmasından dolayı yaratıcı matematik oyunlarının yardımıyla öğrencilerde performans ölçümünün sağlanmasıdır. Seviyelerine uygun veri toplama araçları ile ölçülen performanslar daha sağlıklı sonuçlar vermektedir. Kilimlioğlu'nun (2018) 5-6 yaş grubu öğrencilerle yaptığı çalışmada seviyelerine uygun ölçme araçları kullanması bu yorumu desteklemektedir.

3.2.6. Çeşitli Değişkenler Açısından Sayı Duyusu Kavramının Tartışılması

Sayı duyusu ve incelenen değişkenler arasında pozitif ilişki olduğu ve bireylerin performanslarını pozitif yönde etkilediği, kavram başarısını artırdığı yapılan çalışmalar sonucu elde edilmiştir. Waldera'nın (2018) yapmış olduğu çalışmada da bu yorumu destekleyici sonuçlar elde edilmiştir. Yapılan çalışmalar ışığında süreç içerisinde kavrama ait yaşantılar sunulan bireylerde başarının arttığı görülmektedir. Bu da yıllar içinde bireylerde bedensel olarak gelişimin yanında, zihinsel gelişimin, çevresel olarak desteklenmesi sonucu bireylerde kavram becerisini artırabileceği şeklinde yorumlanabilir. Yaman'ın (2015) yapmış olduğu çalışma bu yorumu desteklemektedir. Bunun yanında incelenen değişkenler arasında cinsiyetin herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Buda bireylerin cinsiyetinin matematik başarısında etkisinin olmadığı şeklinde yorumlanabilir. Şengül ve Gülbağcı'nın (2012) yapmış olduğu çalışmada bunu destekleyici sonuçlar elde edilmiştir.

Çevresel faktörler ve sayı duyusu ilişkisinde birçok çalışmada pozitif yönde olumlu ilişki bulunmuştur (Nys ve Content, 2010; Koparan ve Çataklı, 2017). Elde edilen bu veriler ışığında sosyal çevrenin sayı duyusu becerisi üzerinde etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir. Sosyal çevre, bireylere yaşantılar sunması, kavram kullanımına farklı kapılar açmasıyla bireylerin var olan bilgilerinin şekillenmesini desteklemektedir. Koparan ve Çataklı'nın (2017) okul türü ve sayı duyusu becerisi ilişkisi üzerine yaptığı çalışma, Şahin'in (2018) anne eğitim düzeyi ve sayı duyusu

becerisi ilişkisi bu yorumu destekler sonuçlar elde edilmiştir. Bir diğer konu başlığı olan özel yetenekli öğrenciler ve kavram becerisinin incelendiği çalışmalara bakıldığında aralarında olumlu yönde pozitif ilişki bulunmuştur (Tunalı, 2018). Zihinsel olarak yetkinliğin fazlalığı, kavrama olan yatkınlığın olması sayı duyusu performansında yüksek değerlere ulaşabileceği yorumunu yapılabilir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde kullandıkları yöntemler, normal gelişim gösteren öğrencilerden farklı olarak daha çok zihinsel beceri taşıdığını göstermiştir. Tunalı'nın (2018) yapmış olduğu çalışmada da özel yetenekli öğrenciler ve sayı duyusu ilişkisinin pozitif yönde olumlu ilişki olması yorumunu desteklemektedir. Bütüner (2017) yapmış olduğu çalışmada, sayı duyusu becerisinin düşük olmasının matematik performansında her zaman olumsuz sonuçlar vermediği verisini elde etmiştir. Çalışmada kural temelli öğrenen bireylerde de matematik performansı yüksek çıkabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Sayı duyusu ve çeşitli değişkenler arasındaki ilişkiler üzerine yapılan çalışmalardan bir diğeri ise matematik kaygısının sınıf değişkenine göre anlamlı farklılık göstermediğini, bunun yanında cinsiyet değişkenine göre anlamlı farklılık gösterdiği; farklılığın kız öğrencilerde erkek öğrencilere göre daha yüksek matematik kaygısına işaret ettiği belirlenmiştir (Ak, 2019). Bu bilgiden yola çıkılarak matematik kaygısına en çok kız öğrencilerin sahip olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmalarda çoğunlukla cinsiyet ve sayı duyusu ilişkisi ile karşılaşılmazken cebirsel düşünme düzeyi ile cinsiyet ve sınıf düzeyi arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur (Süel, 2019). Cebirsel düşünme konusunda kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre sayı duyusu performanslarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu da bize kavramın cinsiyete göre farklılık göstermemesine karşın belli konu başlıklarında farklı sonuçlara da ulaşılabilceği yorumunu vermektedir.

3.2.7. Sayı Duyusu Becerisinin Matematik Konu Alanları Bakımından Tartışılması

Çalışmalardan elde edilen veriler ışığında, matematikte farklı konu başlıklarıyla ilgili amaçlanan birçok çalışma mevcuttur. Yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlarda genel olarak sayı duyusu kullanımının düşük ve katılımcıların kural temelli yöntemleri tercih ettikleri görülmüştür (Bayram, Duatepe Paksu, 2014;

Yapıcı, 2013; Bayram, 2013; Soyuk, 2018). Bunun yanında orta düzey ilişkilerin elde edildiği çalışmalar bulunmaktadır (Şengül ve Gülbağcı, 2012). Bu durum kavramın birden fazla sonucunun olduğunu ve bunun tek bir yorumla sınırlanamayacağını göstermektedir. Şengül ve Gülbağcı'nın (2012) yapmış oldukları çalışmada kavramın farklı sonuçlara sahip olduğu yorumunu destekleyici sonuçlar elde edilmiştir. Sayıların matematiğin temelini oluşturduğu düşünüldüğünde kavram kullanımında da sayı duygusu önemli bir yere sahiptir yorumu yapılabilir. Bayram ve Duatepe Paksu'nun (2014) yapmış olduğu çalışmada bu yorumu destekleyici sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca sorunun yapısı ve sayı duygusu arasında bulunan olumlu ilişki (İymen, 2012) ile aslında matematiğin her basamağında sayı duygusu becerisinin çok önemli olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Sayı kullanımı becerisi ve matematik başarısı arasında pozitif yönde olumlu ilişki, öğrencilerin problem çözme stratejilerinde de başarılı olabileceği şeklinde yorumlanabilir. Bunda sayı duygusunun işlemler sırasında kurallar yerine farklı çözüm stratejilerine yönlendirmesi problem çözümlerinde başarılı sonuçlara ulaştırdığı şeklinde yorumlanabilir. Arşuk ve Memnun, 2020; Başdamar, 2019; Yavuz, 2006; Yazgan ve Bintaş, 2005; Yazlık ve Erdoğan'ın (2016) yapmış oldukları çalışmada, matematikteki başarının problem çözmedeki başarıyı artırdığı sonucu bu yorumu desteklemektedir.

3.2.8. Üstün Yetenekli ve Özel Gereksinimli Öğrencilerin Sayı Duyusu Performanslarının Tartışılması

Sayıların insan hayatının her alanında yer alması sayı kazanımının sosyal olarak desteklenmesinin yanında fizyolojik alt yapının iyi düzeyde olması da sayıların kazanımında daha üst seviyeye ulaşılabilmesi şeklinde yorumlanabilir. Bayazıt ve Koçyiğit (2017), Yıldız, Baltacı, Kurak ve Güven'nin (2012) yapmış oldukları çalışmalardan da bu yorumu destekleyici sonuçlar elde edilmiştir. Tertemiz, Doğan ve Karakaş (2017) çalışmasında bir problem çözümü için üstün yetenekli öğrencilerin en az iki farklı yol kullanabildiklerini ifade etmişlerdir. Bunda sayı duygusu kullanımında başarılı olmada fizyolojik alt yapının önemli olduğu yorumunu verebilir. Özsoy ve Kuruyer (2012), Serin ve Korkmaz (2018), Sevgi ve Çağlıköse (2019) yapmış oldukları çalışma sonuçlarında da bu yorumu destekler

sonuçlar elde edilmiştir. Aydemir ve Kuban'ın (2014) yapmış olduğu çalışmada da bu yorumu destekleyici sonuçlara ulaşılmıştır. Fizyolojik olarak belli donanıma sahip bireylerde kavram kullanımının st düzeyde olması somut yaşantıları en aza indirebilirken, normal zekâ sahibi bireylerde daha somut yaşantılar sağlanması kavramın kazandırılmasında daha başarılı sonuçlar elde edilebileceği şeklinde yorumlanabilir. Öztürk vd.'nin (2019) yapmış oldukları çalışma sonuçlarında da bunu destekleyici sonuçlar elde edilmiştir. Bu veriler ışığında özel öğrenme güçlüğü çeken bireyler ve diğer özel bireylerde somut yaşantıların başarıyı artırdığı şeklinde yorumlara ulaşabiliriz. Somut yaşantılar sayı kullanımı kısmında doğru ve kalıcı öğrenmeler gerçekleşmesi açısından önemlidir. Bunun yanında özel yetenekli öğrencilerin sayı duyusu ölçeğinde göstermiş oldukları matematik performansları ile sayı duyusu performansları arasında da pozitif yönde yüksek ilişki bulunmuştur (Tunalı, 2018). Bu veriler ışığında üstün yetenekli öğrencilerin sayı duyularının, normal gelişim gösteren öğrencilerin sayı duyularına göre istatistiksel açıdan anlamlı düzeyde daha iyi oldukları gözlemlenmiştir. Bu da yorum olarak zekâ seviyesi yüksek öğrencilerin kavram kullanımı açısından daha başarılı oldukları yorumuna bizi ulaştırmaktadır. Yapılan çalışmaların zm yolları incelendiğinde normal gelişim gösteren öğrencilerin daha çok kural temelli yaklaşımları tercih ettikleri, üstün yetenekli öğrencilerin ise daha çok sayı duyusu stratejilerini kullanmayı tercih ettikleri sonucu elde edilmiştir (Tunalı, 2018). Üstün yetenekli öğrencilerin herhangi bir eğitim almadan sayı kullanımındaki başarıları öğrenmenin kalıtsal özellikle ilgisinin yüksek olduğu yorumunu bize vermektedir. Kesler, Sheau, Koovakkattu ve Reiss'in (2011) yapmış oldukları çalışma bu yorumu desteklemektedir.

2015 yılında Aragón ve arkadaşlarının çalışmasından elde edilen veriler ışığında dilsel yeterlilik ve erken matematik becerisinde pozitif ilişki elde edilmiştir. Yapılan alışmada OSB'li (otizim spektrum bozukluğu) ocuklarda sayı duyusu ve matematik başarısı ilişkisi ayrıntılı şekilde incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen veriler ışığında OSB'li çocuklarda sembolik olmayan sayı duyusunun bozulduğunu, sembolik performansının diğer ocuklarınkiyle karşılaştırılabilir olduğu şeklinde sonuçlar elde edilmiştir. Eğitim sürecinde desteklenen bireylerin başarılarındaki ilerleme, genetik olarak alt yapının yeterli olmadığı bireylerde pozitif yönde olumlu sonuçlar verdiği yorumu yapılabilir. Bu bilgilerden yola çıkarak, OSB'li çocuklarda

sembolik sayı bilgisinden yararlanmanın matematiksel yeterlilikleri geliştirmelerine yardımcı olabileceği sonucu elde edilmiştir (Hiniker, Rosenberg-Lee ve Menon, 2016).

Williams sendromu (WS) ve Down sendromlu (DS) bireylerde yaklaşık sayı duyusu (ANS) becerisinin düşük olduğu sonucu elde edilmiştir. Bebeklerle yapılan araştırmada bu bozukluğun WS'deki sabitlenmeden ve DS'lilerde sürekli dikkat eksikliklerinden kaynaklandığı ileri sürülmüştür (Hervegen vd., 2019). Bu veriler ışığında genetik olarak donanımın bireyin matematik başarısında, sayı duyusu kavramı kazanımındaki başarısında etkilidir yorumu yapılabilir. Lee'nin (2019) yapmış olduğu çalışmada bu yorumu destekleyici sonuçlara ulaşılmıştır.

3.2.9. Teknoloji ve Sayı Duyusu İlişkisinin Tartışılması

İletişim ve bilgide keşfetmelerine olanak sağlayan, teknolojiyen faydalanabilen, bu teknolojiler yardımıyla, öğrencilerin modelleme yaparak problem çözme, iletişim kurma, akıl yürütme gibi becerilerinin geliştirilmesine yönelik bireyler yetiştirmeyi amaçlayan MEB (2013) müfredatta teknolojiye dayanan etkinliklere yer vermektedir. Müfredatta teknolojiye dayanan etkinliklerin de yer alması insan yaşamının her alanında teknolojinin öneminin arttığı şeklinde yorumlanabilir. Sayı duyusu ve teknoloji üzerine yapılan birçok çalışma mevcuttur (Yang, Tsai, 2010; Arthur J. Baroody vd., 2012; Maria G. Tosto vd., 2013; Khamis Mousa Nejem ve Wafa Muhanna, 2013; Yung-Chi Lin, Yang ve Li 2015). Bu çalışmalardan biri olan ve 2010 yılında Yang ve Tsai tarafından yapılan çalışmada teknoloji kullanılmasının sayı duyusu becerisi kazanımında istatistiksel olarak pozitif yönde anlamlı bir fark olduğu sonucunu vermiştir. Bu sonuçtan yola çıkarak teknoloji kullanımının sayı duyusu becerisini artırdığı yorumu yapılabilir. Ayrıca sayı duyusu öğreniminde teknolojinin kullanımı sadece sayı duyusu öğrenimini kolaylaştırmakla kalmayıp sayı duyusu kullanımına yönelik olumlu bir tutum sergilemelerini de sağlayacağı ifade edilmiştir (Yang Tsai, 2010). Aynı şekilde 2012 yılında Baroody ve arkadaşlarının okul öncesi çocuklara teknoloji destekli verdikleri sayı eğitiminin sonucunda öğrenci başarılarındaki artış sayı duyusu kavramının öğrenimini kolaylaştırdığı sonucunu vermiştir.

3.2.10 Yaratıcı Matematiksel Oyunlar ve Sayı Duyusunun Tartışılması

Yaratıcı oyunlar kullanılarak verilerin elde edildiği çalışmalara en çok yurt dışı çalışmalarında rastlanmıştır (Kilimlioğlu, 2018; Sum Kwing Cheung ve Catherine McBride-Chang, 2015; Miravati, 2017; Harun Rasyid, 2019; Sum Kwing Cheung, 2012). Bu çalışmalarda okul öncesi öğrencilerinin sayı duyusu becerilerini ölçme ve geliştirme amaçlanmıştır. Çalışmalar sonucunda olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Yapılan çalışmalarda kullanılan yöntemlerin yaş grubuna da uygun olmasıyla beraber doğru teknikler kullanılarak bireylerin kavram bilgisi ölçülebileceği yorumu yapılabilir. Kavrama ait bilgiler kazandırılabilir şeklinde yorumlara ulaşılabilir. Kavramın esnekliği farklı teknikler kullanılmasında olanak sağlamaktadır. Özellikle yaş gruplarına yönelik verilecek eğitimlerde uygun olan yardımcı kaynakların kullanımı sayı duyusu öğrenimini hızlandırmaktadır. Daha doğru sonuçlara ulaştırmaktadır. 2014 yılında Champion and Wheeler tarafından yapılan çalışmada matematiksel şekillerin sayı duyusu performansını olumlu yönde etkilediği sonucu elde edilmiştir (Sum Kwing Cheung, 2012). Bu sonuç yapılan yorumları destekleyici niteliktedir.

3.3. Sayı Duyusu Çalışmalarının Yıllara Göre Dağılımının Tartışılması

2010-2019 yılları arasında sayı duyusu kavramı hakkında yapılan çalışmaların analizlerine bakıldığında yapılan çalışmaların son yıllarda nicel olarak arttığı görülmektedir. Çalışmaların yıllara göre artışının sebebi olarak sayı duyusu kavramının tüm dünyada öneminin daha çok anlaşılması şeklinde yorumlanabilir. Birçok ülkede son dönemlerde eğitim hedeflerinin değişmesi sayı duyusu kavramının da önemini artırmıştır. Ezberden uzak yorumlamayı hedefleyen eğitim sistemlerinde sıklıkla yer alan sayı duyusu kavramı bu ülkelerin çalışmalarında da sık sık yer almıştır. Ülkemizde yakın tarihte kendini hissettirmesi sebebiyle yurt dışında 1980’li yıllarda başlayan kavrama yönelik çalışmalar, yurt içinde sadece yirmi yıllık bir geçmişe sahiptir. Yurt içi çalışmalarında son yıllarda ciddi bir artışın olması kavramın farkındalığının ülkemizde arttığı şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca günümüz eğitim müfredatında da (MEB, 2017) bu farkındalığın kendini daha çok göstermesi kavramın matematikte önemli bir yere sahip olduğu şeklinde yorumlanabilir. Birgin ve Peker’in (2020) yapmış oldukları çalışmada da bu yorumu destekler sonuçlar yer

almaktadır. Yapılan çalışmaların yıllara göre analizinde toplamda en çok çalışmanın 2017 yılında yapıldığı görülmektedir. Bu da son yıllarda kavrama ait farkındalığın artmasından kaynaklı olduğu şeklinde yorumlanabilir. Yapılan çalışmalarda yurt içinde tez türünde 2011 ve 2014 yıllarında hiç çalışma bulunmazken, en çok çalışma 2019 yılında yapılmıştır. Makale türünde ise yurt içinde en çok çalışma 2017 yılında yapılmıştır. Cansız Aktaş vd.'nin (2018) yapmış oldukları içerik analizi çalışmasındaki sonuçlar yapılan yorumu desteklemektedir. Yurt dışı çalışmalarını incelediğimizde sayısal olarak her yıl hemen hemen aynı orantıda ilerlediği görülmektedir.

3.4. Çalışmaların Katılımcı Bazında Tartışılması

2010-2019 yılları arasında yurt içi ve yurt dışında yapılan çalışmaların katılımcılar bazında incelendiğinde yurt içinde en çok ortaokul grubuyla çalışma yapıldığı görülmektedir. Bunun sebebi olarak MEB'in (2017) ortaokul derslerinde kavrama ait bilgilerin hissettirilmesi çalışmanın daha çok ortaokul grubuyla yapıyor olmasına sebep olmuştur şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca Birgin ve Peker' in (2020) yapmış olduğu çalışmada ortaokul matematik konuları incelendiğinde sayılar konusunun daha çok yer alması bu örneklem grubunun daha çok tercih edilmesinde etkili olmuştur şeklinde yorumlanmıştır. Matematğin hayatın her adımında yer alması çalışmaların farklı yaş gruplarıyla da yapılması gerektiği şeklinde yorumlanabilir. Jones, Langrall, Thornton, ve Nisbet, (2002) (akt: English ve Watters (2004)) yapmış oldukları çalışmada matematiği gerçek hayatta kullanma süreç ve becerilerinin anlamlı bir şekilde gelişebilmesi için, matematiksel modelleme çalışmalarının ilkökul yıllarından itibaren başlaması gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu yorum matematiğin çok daha küçük yaşlarda verilmesinin önemli olduğu şeklinde yorumlanabilir. Bu da bizi farklı öğrenim düzeyinde çalışmanın gerekliliği konusunda yönlendirmektedir. Küçük yaş grubu ile yapılacak çalışmalarda iyi bir donanıma sahip olmanın önemi düşünüldüğünde alanında uzman kişilerin çalışmaları desteklemesi daha sağlıklı sonuçlara ulaşmada yardımcı olabilir. Kaiser ve Sriraman (2006) tarafından ortaya konulan çalışmada bunu destekleyici sonuçlar içermektedir.

Baş'ın (2019) problem temalı çalışmaları incelendiğinde, çalışmaların en fazla ortaokul düzeyinde olduğu görülmektedir. Yıldız ve Yenilmez (2019)

matematiksel modelleme ile ilgili lisansüstü tezlerinin analizini içeren çalışmasında da en fazla ortaokul öğrencileri ve öğretmen adayları ile çalışıldığı görülmüştür. Bunun yanında yurt dışı çalışmalarında lise ve üniversiteye ait farklı fakültelerde okuyan öğrenciler ve belli yaş grupları ile yapılan çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmalar kavrama dair farklı sonuçlara ulaşmamızda yardımcı olabilir.

3.5. Çalışmaların Katılımcı Sayısına Göre Tartışılması

Çalışmaların katılımcı sayısına göre analizi incelendiğinde 0-199 sayı aralığında oluşan çalışma gruplarıyla en çok çalışma yapıldığı görülmektedir. İkinci sırada 200-399 arasını oluşturan gruplarla çalışma yapılmıştır. Yurt içinde en yüksek 400-599 aralığındaki çalışma gruplarıyla çalışmalar yapılmışken, yurt dışında özellikle boylamsal çalışmalarda daha yüksek sayılara sahip çalışma gruplarıyla çalışmalar yapılmıştır. Elde edilen bu veriler ülkemizdeki içerik analizi çalışmalarının sonuçlarıyla (Alper & Gülbahar, 2009; Fazlıoğulları, 2012; Göktaş ve ark., 2012; Kutluca ve Demirkol, 2016; Ozan ve Köse, 2014; Tatar ve ark., 2013; Ulutaş & Ubuz, 2008; Yücedağ, 2010) tutarlılık göstermektedir. Bunun yanında Çiltaş vd. (2012) yaptıkları çalışmada araştırmacıların daha çok 31-100 (%27,6) ve 101-300 (%25,3) kişiden oluşan örneklem gruplarıyla ve yükseköğretim öğrencileriyle yapıldığı görülmüştür. Belirlenen örneklem sayıları incelendiğinde en çok tercih edilen sayı aralığının 31-100 kişiden oluştuğu belirtilmiştir (Çiltaş, 2012; Göktaş, Hasançebi, Varışoğlu, Akçay, Bayrak, Baran ve Sözbilir, 2012; Tabuk, Aydoğdu, Kalyoncu, Erten, Arslan, Kara ve Arslan, 2018; Tatar, Kağızmanlı ve Akkaya, 2013). Örneklem yöntemleri açısından incelendiğinde Göktaş vd. (2012) yaptığı çalışmada kolay ulaşılabilir örneklem yönteminin daha sık kullanıldığı sonucuna ulaşmıştır. Bu sayı aralığında katılımcıya daha kolay ulaşılması çalışma yoğunluğunun bu aralıkta olmasına neden olarak yorumlanabilir.

3.6. Çalışmaların Veri Analiz Türüne Göre Tartışılması

Veri analiz türleri incelendiğinde hem yurt içinde hem yurt dışında en çok çalışmanın nicel türü ile yapıldığı görülmektedir. Kavramın çok yeni olması ve bundan sebep olarak daha kısa sürede daha hızlı bilgiye ulaşabilmek amacıyla bu veri analiz türü kullanılmış olabilir. Cansız Aktaş vd. (2018) sayı duygusu kavramı ile

ilgili yaptıkları çalışmayla bu yorumu destekleyici sonuçlar içermektedir. Ayrıca yurt içi çalışmalarında eğitim alanında (Alper ve Gülbahar, 2009; Göktaş vd., 2012) ve matematik eğitimi alanında (Baki vd., 2011; Çiltaş, Güler ve Sözbilir, 2012; Tatar vd., 2013) yapılan çalışmalarda en çok çalışmanın nicel türünde yapıldığı görülmüştür. Sayı duyusu kavramının bilgiye ulaşmada farklılıklar sunması nicel veri türünün daha çok kullanılmasında etkili olmuştur. Bu yoruma ulaşmada en önemli sebep nicel veri türünün farklı teknikler kullanmadaki esnekliğidir şeklinde yorumlanabilir. Bunun yanında nitel ve karma çalışmaların farklı sonuçlar elde etmede ve kavrama daha derinlemesine bilgiler sunması açısından önemli olduğu için bu veri analiz türlerinden de daha çok araştırma yapılması, kavrama yeni bilgiler kazandırması açısından önemli olabilir.

3.7. Sayı Duyusu Becerisi Üzerine Yapılan Çalışmaların Veri Toplama Araçları Açısından Tartışılması

Sayı duyusu çalışmalarının ulusal ve uluslararası literatürde kullanılan veri toplama araçları ile yapılan çalışmalar incelendiğinde çalışmalarda en çok test tekniğinin veri toplama aracı olarak tercih edildiği görülmektedir. Bu da bize örnekleme kolay ulaşılabilmesi ve daha hızlı veri sunması açısından daha çok tercih edilme sebebidir şeklinde yoruma ulaştırabilir. Baş (2019), Sağır ve Baş'ın (2020) yapmış oldukları problem temalı makalelerin analizi çalışmasında da en çok tercih edilen veri toplama aracının test olduğu sonucu yapılan yorumu desteklemektedir. Kayhan Altay ve Umay'ın (2013) ve diğer araştırmacıların geliştirdiği test veri toplama aracı ile Reys vd. (1999) ve İymen ve Duatepe Paksu'nun (2015) geliştirmiş oldukları test veri toplama araçlarından yararlanılmıştır. Belli ölçek çalışmalarının kullanılması sınırlı sayıda olan ölçek geliştirme çalışmalarından kaynaklı olduğu şeklinde yorumlanabilir. Aktaş Ulusoy ve Şahiner'in (2017) çalışmaları bu yorumu desteklemektedir. Test ölçme aracının çalışmalarda daha çok tercih edilmesi, nicel veri analizi sonucuyla ilişkisinin aynı orantıda olması birbiriyle alakalı olduğu şeklinde yorumlanabilir. İkinci sırada ise en çok tercih edilen veri toplama aracı ölçek olmuştur. Araştırmacılar test yönteminde olduğu gibi geliştirdikleri ölçekler yardımıyla bireylerin sahip olduğu sayı duyusu becerisini incelemeyi amaçlamışlardır. Görüşme, anket, doküman analizi, gözlem, mülakat çalışmalarda

kullanılan diğ er veri toplama araçlarıdır. Tüm bu veri toplama araçları hem yurt içi hem yurt dışı çalışmalarında kullanılmıştır. Bunun sebebi olarak istenilen bilgilere ulaşmada kolaylık sağlayabileceği şeklinde yorumlanabilir. Bunun yanında küçük ya  grubu öğrencilerle yapılan çalışmalarda seviyelerine uygun yöntemler kullanılarak daha doğru şekilde bilgiye ulaşmak amacıyla oyunlardan yararlanılmıştır. Yurt dışı çalışmalarında özellikle kullanılan, farklı oyunları içeren çalışmalarla okul öncesi çocuklardaki sayı duyusunu incelemeyi amaçlamışlardır. (Sum Kwing Cheung ve Catherine McBride-Chang, 2015; Miravati, 2017; Harun Rasyid, 2019; Sum Kwing Cheung, 2012). Bunun sebebi olarak yurt dışında okul öncesi dönemdeki bireylerle birçok çalışmanın olması ve o dönem bireylerin oyunlar yardımıyla bilgiye ulaşmanın daha uygun olması şeklinde yorumlanabilir. Diğer tercih edilen veri toplama araçları incelendiğinde araştırmacı notları, formlar, sözel etkinlikler de sadece yurt içi çalışmalarında kullanılmıştır.

3.8. Sayı Duyusu  alı malarının Sonuçları Açısından Tartışılması

Yapılan  alı malar incelendiğinde gelişimsel sürecin sayı duyusu becerisi üzerinde olumlu bir etkisinin olduğu sonucu elde edilmiştir. Nys ve Content'in (2010) yapmış oldukları çalışma bu yorumu desteklemektedir. Bu durum yaşantıların artması ve fizyolojik olarak büyümenin gerçekleşmesinin sayı duyusu becerisinde pozitif yönde olumlu etkisi olmasından kaynaklanabilir şeklinde yorumlanabilir. Diğer bir çalışma incelendiğinde, sayı duyusu becerisinin yüksek olduğu bireylerde matematik başarısının da yüksek olduğu sonucu elde edilmiştir (Kayhan Altay, 2010). Böylece sayı duyusu ve matematik başarısı arasında pozitif yönde olumlu etkisi olduğu yorumu yapılabilir. Sayı duyusu ve zihinsel işlevleri arasında da pozitif ilişki olduğu sonucu elde edilmiştir (Tunalı, 2018). Zihinsel anlamda bu kavramın becerisine sahip bireylerin sayı duyusu becerisinin de yüksek olduğu yorumu yapılabilir. Bununla beraber sayı duyusu becerisi üzerine verilen eğitimlerin bireylerin matematik başarısını da olumlu yönde pozitif etkilediği sonucu elde edilmiştir (Çekirdekçi ve Cihangir Doğan, 2016). Yani doğuştan var olan sayı duyusu becerisinin yanı sıra verilen eğitim sayesinde de sayı duyusu kavramına ait becerilere sahip olunabileceği yapılan araştırmalar sonucu elde edilmiştir. Bu da bizlere sadece kavrama ait doğuştan gelen bir becerinin tek başına yeterli

olmayabileceği, bu yeteneğin eğitim ve yaşantılarla desteklenerek geliştirilmesi gerektiği şeklinde yorumlanabilir. Maryam, Mahnaz ve Hasan'ın (2011) yapmış oldukları çalışma bu yorumları desteklemektedir. Yapılan çalışmada var olan yeteneklerin süreç içerisinde desteklenmesi sonucu başarı seviyesinde artış gözlemlenmiştir. Matematik eğitimi esnasında sayı duyusu becerisini matematik oyunları yardımıyla bireylere vermenin kavramın kazanımında pozitif yönde olumlu etkisi olduğu sonucu elde edilmiştir (Sam Kwing Cheung, Catherine McBride-Chang, 2015; Mirawati, 2017; Fitri Nurhayati, Harun Rasyid, 2019). Matematik ve oyun ile eğitim arasında olumlu ilişki olduğu yorumu yapılabilir. Champion ve Wheeler'in (2014) yapmış oldukları çalışmada bu yorumu desteklemektedir. Bir diğer ifadeyle katılımcıların yaş grubuna uygun olarak aktarılan sayı duyusu becerisi çalışmaları bireylerde kavrama karşı olumlu yönde sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır şeklinde yorumlanabilir. Kaiser ve Sriraman'ın (2006) yapmış oldukları çalışma bu yorumu desteklemektedir. Ayrıca sonraki eğitim kademelerinde sayı duyusu kavramı becerisi kazanmada ve sayı duyusu kavramı başarısını olumlu yönde etkileyebilir şeklinde yorumlanabilir. Öğretmenlerin sayı duyusu becerisi ve farkındalığı üzerine yapılan çalışmaların sonuçları incelendiğinde bu farkındalığa sahip öğretmenlerin sayı duyusu kullanımında pozitif yönde olumlu etkisi olduğu sonucu elde edilmiştir. Öğretmenlerin sayı duyusu becerisi ne kadar yüksekse bunu bireylere aktarmada da becerisi yüksek olabilir yorumu yapılabilir. Dayı'nın (2018) yapmış olduğu çalışma bu yorumu desteklemektedir.

Özel öğrencilerin sayı duyusu becerisi üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde sayı duyusu farkındalığı yüksek olan özel öğrencilerin sayı duyusu becerisinin de yüksek olduğu sonucu elde edilmiştir (Tunalı, 2018; Yenioğlu, 2019). Bu sonuçtan yola çıkarak bireyin sayı duyusu becerisi farkındalığı ne kadar yüksekse sayı duyusu kullanımının da yüksek olduğu şeklinde yorumlanabilir. Tunalı'nın (2018) yapmış olduğu çalışmada bunu destekleyici sonuçlar elde edilmiştir. Bireylerin kendi farkındalıkları yanında bulundukları sosyal çevrenin sayı duyusu farkındalığı üzerine yapılan çalışma sonuçları incelendiğinde sosyal çevre ile sayı duyusu becerisi arasında pozitif yönde olumlu ilişki olduğu sonucu elde edilmiştir (Koparan ve Çataklı, 2017). Sosyal çevre sayı duyusu kazanımında ne kadar etkiliyse bireylerin sayı duyusu kazanımı da o derece yüksek olacaktır yorumu yapılabilir.

Bunda sayı duyusu kavramının sosyal hayatın içinde olması etkili olmuştur. Teknoloji ve sayı duyusu arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmalara bakıldığında sayı duyusu ve teknoloji arasında pozitif yönde olumlu ilişki olduğu görülmüştür (Maria G. Tostoa vd., 2013; Arthur J. Baroody vd., 2012; Khamid Mousa Nejem, Wafa Muhanna, 2013; Yung-Chi Lin, 2015). Teknolojinin sayı duyusu kazanımında olumlu etkisinin olduğu şeklinde yorum yapılabilir. Yang Tsai'nin (2010) yapmış oldukları çalışma bu yorumu desteklemektedir. Yorumlamaya dayalı olan sayı duyusu kavramına yönelik farklı etkinlikler sunması açısından teknoloji destekli eğitimler büyük önem taşımaktadır. Sunulan farklı yaşantılarla kavrama yönelik daha kalıcı bilgiler sunulabilir.

Sayı duyusunun çeşitli değişkenlerle ilişkisinin incelendiği çalışmalarda hemen hemen tüm değişkenlerle sayı duyusu arasında pozitif yönde olumlu ilişki olduğu sonucu elde edilmiştir. Ama pozitif ilişkinin yanında 'cinsiyet' değişkeniyle sayı duyusu becerisi arasında herhangi bir ilişkinin olmadığı sonucu elde edilen çalışmalarda mevcuttur (Kayhan Altay, 2010; Yapıcı, 2013; Bayram, 2013; Çekirdekçi, 2015; Çataklı, 2018; Peker, 2019). Elde edilen veriler ışığında cinsiyet ve sayı duyusu ilişkisinin olmadığı yorumu yapılabilir. Bunun yanında sayı duyusu becerisi ve matematik başarısı arasında birçok çalışmada pozitif ilişki bulunmuştur (Çekirdekçi, 2015; Çekirdekçi, Cihangir Doğan, 2016). Ayrıca Kayhan Altay ve Umay'ın (2011) yapmış oldukları çalışmada sayı duyusu becerisi ve matematik başarısı performansı arasındaki ilişkide matematik performansı yüksek olan bireylerde sayı duyusunun düşük olduğu sonucu elde edilmiştir. Bu sonuç bize matematik performansının her zaman mantıksal çerçevede olmayabileceğini, kural temelli öğrenmelere sahip bireylerde yüksek matematik performansına sahip olabileceği şeklinde yorumlanabilir. Sayı duyusu testi geliştirmek amacıyla (Çekirdekçi, Şengül ve Doğan, 2017) 4. sınıf sayı duyusunun geliştirilmesi için yapılan çalışmada Reys ve arkadaşları (1999) tarafından belirlenen altı bileşen ile Greeno (1991) tarafından belirlenen 'Niceliksel Muhakeme ve Çıkarımda Bulunma' bileşeninden yararlanarak oluşturulmuştur. Çalışmanın geçerlilik ve güvenilirliği yüksek bulunmuştur. Yurt dışı çalışmalarında da yapılan Development of a three-tier number sense test for fifth-grade students (Der-Ching Yang, 2019) çalışmasında test geliştirme tekniği olarak diğer çalışmalarda iki aşamalı olan testlerden farklı olarak

üç aşamalı test şeklinde oluşturulmuştur. Tayvan’da bir ilkokulda kullanılan test sonuçlarında iyi bir güvenilirliğe ve geçerliliğe sahip olduğu sonucu elde edilmiştir (Der-Ching Yang ve Wan-Ru Wu, 2010). Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak hem yurt içinde hem yurt dışında sayı duyusu üzerine yapılan çalışmalarda bilgi edinmenin yanında sayı duyusu kavramına ait araçlarında geliştirildiği görülmektedir. Bu veriler ışığında kavramın güncel olduğu ve yeni bilgiler kazanmaya her zaman açık olduğu yorumu yapılabilir.



3.9. Sonuç ve Öneriler

Sayı duyusu kavramı eğitim müfredatında yakın tarihlerde kendini hissettirmeye başlamıştır. Güncel bir kavram olan sayı duyusu, matematikteki ana hedefinin ezbere dayalı bilgiden ziyade mantığa dayalı çözümlerle öğrenilmiş bir matematik becerisi kazandırmaktır. Sayı duyusu kavramının süreçte önemi anlaşıldıkça birçok çalışma yapılmıştır.

Kavramın yeni olması araştırma konularını da çeşitlendirmiştir. Öğrencilerin genel seviyelerinin yanı sıra var olan sayı duyusu kavramı bilgisini de inceleyen çalışmalar yapılmıştır. Elde edilen sonuçlarda da var olan bilginin yeterli olmadığı, ayrıca sosyal çevre değişkeninin de sayı duyusu kavramının kazanımında önemli olduğu görülmüştür. Özellikle yurt dışı çalışmalarında yer alan sosyal çevre değişkenini kapsayan çalışmalarda, düşük gelire sahip bölgelerdeki öğrencilerle yapılan çalışmalarda öğrencilerin kavrama dair becerilerinin çok düşük olduğu, kural temelli yöntemleri daha çok kullandıkları sonuçları elde edilmiştir. Yaşadıkları çevre kadar aile bireylerinin de kavrama dair becerileri öğrencilerin kavram becerisine sahip olmada ciddi oranda farklılıklar oluşturmuştur. Sayı duyusu becerisine sahip olan ebeveynlerin öğrencilerinin kavrama dair yaşantılarının daha yüksek olduğu sonucu elde edilmiştir.

Genetik olarak belli bir seviyenin altında olan bireylerle yapılan çalışmalarda mevcuttur. Bu çalışmalarda da bireylerin düşük olan sayı duyusu kavramı becerisinin somut yaşantılar sunarak belli bir seviyeye getirilebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Sınıf seviyesinin de sayı duyusu kavramının kullanımında etkisinin olduğu yapılan çalışmaların sonuçlarında elde edilmiştir. Sınıf seviyesi arttıkça kavram başarısı da artmıştır. Cinsiyet değişkenine göre incelenen çalışmalarda sayı duyusu kavramı becerisi ve cinsiyet arasında bir ilişki elde edilmemiştir. Fakat sayı duyusu ve matematik kaygısı ile cebirsel düşünme ve sayı duyusu kavramına ait çalışmalarda kız öğrencilerin erkek öğrencilere oranla farklılık gösterdiği sonucu elde edilmiştir.

Matematik konu alanlarında yapılan çalışmalarda sayı duyusu kavramına ait beceri düzeyinin yüksek olduğu bireylerde, sayı duyusu kullanımının da yüksek olduğu sonucu elde edilmiştir. Bunun yanında matematiğin herhangi bir konu alanında iyi performans gösterilmesi sayı duyusu kavramına ait başarısının da yüksek olduğu sonucunu bize vermemiştir. Bunda sebep olarak, matematik konu alanındaki

başarının ezbere dayalı, klasik yöntemlerle yapılmış olmasından kaynaklı matematik performansı yüksek çıkmıştır. Sayı duyusu kullanımı ise düşük çıkmıştır. Matematik konu alanlarına göre yapılan çalışmalar da elde edilen bir diğer sonuçta konu alanlarına göre kavram becerisinin farklılık gösterdiği'dir. Örneğin öğrencilerin üslü ifadeler konusunda başarılı oldukları görülürken, yüzdeler konusunda aynı sonuç elde edilmemiştir.

Sayı duyusu performanslarına göre incelenen çalışmalarda özellikle yurt içi çalışmalarında kavrama ait becerinin düşük olduğu, öğrencilerin daha çok kural temelli yöntemleri tercih ettikleri sonuçları elde edilmiştir. Bunda en büyük neden olarak ezbere dayalı eğitim sistemi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yurt dışı çalışmalarında ise kavrama ait becerilerin öğrencilerde daha yüksek olduğu sonucu elde edilmiştir.

Öğrencilerin okul türü değişkenine göre sayı duyusunun incelendiği çalışmalarda ise, okul türüne göre sayı duyularının değişiklik gösterdiği sonuçları elde edilmiştir. Bu farklılıkta belli bir ücret dahilinde eğitim veren özel okullarda öğrencilerin sayı duyusu kavramına yönelik performanslarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Sosyal çevrenin kavram açısından ne kadar önemli olduğu yapılan yurt dışı çalışmalarında da görülmüştür.

Amish topluluğu ile yapılan çalışma incelendiğinde, kendi içlerinde belli bir bağlılıkla yaşayan sayı duyusu kavramı incelenmiştir. Yapılan çalışmada dış dünyaya kapalı bir toplum olan Amish, herhangi bir kurala dayalı bir eğitimlerinin olmadığı, kendilerinin belirledikleri matematik teknikleri ile sayısal işlemleri gerçekleştirdikleri gözlemlenmiştir. Geliştirilen tekniklerde sayı duyusuna benzerlikler görülen işlemler olduğu, farklı tekniklerle sayısal işlemler yaptıkları gözlemlenmiştir.

Sayı duyusunda, öğrencilerle yapılan çalışmaların yanı sıra öğretmen ve öğretmen adaylarıyla da yapılan çalışmalar mevcuttur. Yapılan çalışmalar incelendiğinde öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının sayı duyusu becerisi düşük çıkmıştır. Öğretmen ve öğretmen adaylarının kural temelli yöntemleri daha çok tercih ettikleri görülmüştür.

Güncel bir kavram olarak matematik biliminde kendini gösteren sayı duyusu kavramı ortaya çıktığı yüzyıla ait değişkenlerle olan ilişkisi bakımından da

incelenmiştir. Teknolojinin kavram ile olan ilişkisi üzerine yapılan çalışmalarda teknoloji destekli eğitimin kavramın kazanımındaki etkisine bakılmak amacıyla eğitimler verilmiştir. Verilen eğitimler sonucunda olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca değerlendirme aracı olarak da kullanılan teknolojik araçlar ile yapılan değerlendirmelerde sağlıklı sonuçlar elde edilmiştir. Değerlendirme aracı olarak kullanılan (WTTT-NS) Web tabanlı testler geliştirilip uygulanmıştır. Bu çalışmalardan da sayı duyusu becerisi ve teknoloji ilişkisi arasında olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Bilgisayar oyunlarının da sürece dahil edildiği çalışmalarda kavrama olan etkisi araştırılmıştır. Bilgisayar oyunlarının sayı duyusu becerisi kazanımında pozitif yönde olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Düşük gelirli öğrencilerle yapılan çalışmalarda teknolojiden yararlanarak eğitimlerin verildiği çalışmalar yapılmıştır. Tablet müdahalesi olan bu çalışmalarda öğrencilerinin başarılarının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Yapılan çalışmada tablet yardımıyla öğrencilerin oyun destekli performanslarına bakılmış ve eğitim alan öğrencilerin daha başarılı olduğu sonucu elde edilmiştir. Dijital ortamlarda oyun destekli olarak verilen eğitimlerin de daha başarılı olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. Uzun vadeli incelenen çalışmalarda da sayı duyusu becerisi ve teknoloji arasındaki ilişki incelenmiştir. İnceleme sonucunda sayı duyusu ve teknoloji kullanımı arasında olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Genel olarak yorumlandığında teknoloji destekli verilen sayı duyusu becerisi eğitimlerinin hedeflenen sonuçlara ulaştığı görülmüştür.

Sayı duyusu becerisi üzerine yapılan diğer bir çalışma ise sayı duyusu kavramı ve matematiksel şekillerdir. Matematiksel şekillerle desteklenen eğitimlerde sayı duyusu performansını olumlu etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Özellikle okul öncesi dönem öğrencileri ile gerçekleşen bu etkinliklerde seviyelerine uygun olarak ortamlar hazırlanmıştır. Hazırlanan bu ortamlarda verilen eğitimler sonucu sayı duyusu becerisine ait olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Diğer bir okul öncesi döneme ait çalışmada da yaratıcı matematiksel oyunlarla sayı duyusu beceri incelenmiştir. Çalışmalar sonucunda yaratıcı matematiksel oyunların sayı duyusu becerisini olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

Özetle yapılan çalışmalar incelendiğinde, sayı duyusu kavramının genetik faktörlerden etkilendiği gibi sosyal çevreninde kavramın kazanımında önemli bir etkisi olduğu görülmüştür. Kavrama ait beceri düşüklüğünün sosyal çevrenin

etkisiyle değiştirilebileceği görülmüştür. Yurt dışında 1980’li yıllara kadar uzanan kavram bilinci günümüzde yurt dışında daha başarılı sonuçlar vermiştir. Yurt içinde 2005’te kendini hissettirmesi, günümüz eğitim sisteminde hala tam olarak yer almaması kavrama dair başarı seviyesindeki düşüklüğün nedenlerinden biri olarak görülmektedir.

Ayrıca  ğretmenlerinde kavramın aktarımında önemli bir yere sahip olduğu görülmüştür. İyi bir kavram bilgisine sahip eğitmenlerle bilgiye ulaşmanın daha kolay olacağı ve daha başarılı sonuçlar vereceği sonuçları elde edilmiştir. Bunun içinde yapılan çalışmalarda  ğretmenlerinde  niversite eğitimi dönemlerinde kavram hakkında daha kapsamlı bir eğitim almaları gerektiği sonucu elde edilmiştir. Günümüzde hayatın her alanında yer alan teknolojinin sayı duyusu kavramı öğretimine de dahil edilerek etkileri incelenmiştir ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Öğrenci seviyelerine uygun hazırlanan eğitim ortamlarında yapılan ölçümlerde daha sağlıklı sonuçlara ulaşılabileceği yorumu yapılmıştır. Özellikle okul öncesi dönemde yapılan çalışmalarda şekiller ve oyun yönteminin kullanılması bu sonuca ulaşılmasında destekleyici olmuştur.

Yapılan bu çalışmada yurt içi yurt dışı sayı duyusu kavramı hakkında yapılan çalışmalar ele alınıp kavram hakkında genel bilgilere ulaşılmaya çalışılmıştır. Ulaşılan bu çalışmalar ışığında bazı önerilerde bulunulacaktır.

1. Yapılan çalışmada ülkemizde sayı duyusu çalışmalarının 2010 yılında başlaması sebebiyle yurt dışında 1989 yılında başlamasında rağmen 2010 yılı çalışmanın başlangıç yılı olarak belirlenmiştir. Daha kapsamlı bir araştırma olmasını isteyen araştırmacılar yurt dışı çalışmalarını 1989 yılından itibaren alabilirler.

2. Psikoloji biliminde de bu alanda çalışmalar yapılmıştır. Fakat yurt içi çalışmalarına bağlı kalındığı için bu çalışmalar alınmamıştır. Araştırmacılar bu konu üzerine de çalışma yapabilirler.

3. Yurt dışı çalışmalarında oyun tekniği kullanılarak örneğin, kart oyunları, açık hava oyunları şeklinde veri toplama araçları yardımıyla sayı duyusu becerisi ölçülmüştür. Türkiye’de yapılan çalışmalarda da bu tarz çalışmalar mevcut değildir. Bu tarz veri toplama araçları kullanılarak katılımcıların sayı duyusu performansı ölçülebilir.

4. Yurt dışı çalışmalarında farklı yaşayışa sahip kültürlerin gözlem, görüşme ve uygulama yöntemleriyle sayı duyusu performansları ölçülmüştür. Ülkemizde de birçok kültürün varlığı göz önüne alındığında bu tarz bir çalışma yapılabilir.

5. Yurt dışı çalışmalarında uzun yılları kapsayan boylamsal çalışmalar yapılarak süreç içerisinde verilen eğitimin sayı duyusu performansı üzerindeki etkisi gözlemlenmiştir. Ülkemizde böyle bir çalışma mevcut değildir. Ülkemizde de böyle bir çalışma yapılabilir.

6. Yurt dışı çalışmalarında farklı teknolojik yöntem, araç ve gereçleri kullanarak örneğin, bilgisayar oyunları, web tabanlı değerlendirme araçları gibi kullanarak sayı duyusu eğitimi verilmiş ve süreç içerisinde sayı duyusu performansı ölçülmüştür. Ülkemizde de böyle bir çalışma yapılarak teknolojinin sayı duyusu eğitimindeki yeri hakkında bilgi sahibi olunabilir.

7. Sayı duyusunun matematik eğitimi üzerindeki önemi vurgulanarak program hazırlama sürecinde bu teknik dikkate alınabilir.

KAYNAKÇA

- Akkaya, R. (2016). An Investigation into the Number Sense Performance of Secondary School Students in Turkey. *Journal of Education and Training Studies*, 4(2), 113-123.
- Aktas, M. C., ve Tabak, S. (2018). Turkish adaptation of Math and Me Survey: A validity and reliability study. *European Journal of Educational Research*, 7(3), 707-714.
- Ak, Y. (2019). 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Sayı Hissi ile Matematik Kaygısı Arasındaki İlişki Üzerine Bir Çalışma (Doctoral dissertation, Necmettin Erbakan University (Turkey)).
- Aktulun, Ö. U. (2019). Validity and Reliability Study of Turkish Version of Number Sense Screener for Children Aged 72-83 Months. *Journal of Education and Training Studies*, 7(2), 64-75.
- Ali, P. (2014). Assessing Developmental Students' Number Sense: A Case Study. *Nade Digest*, 8(1), 2-9.
- Allen-Lyall, B., and Russo, J. (2019). Number sense for place value: Employ novelty!. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 24(4), 6-11.
- Altay, M. K., VE Aysun, Umay (2011). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Hesaplama Becerileri ve Sayı Duyuları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Education Sciences*, 6(1), 1277-1283.
- Altay, M. K., ve Umay, A. (2013). İlköğretim ikinci kademe öğrencilerine yönelik sayı duyusu ölçeği'nin geliştirilmesi. *Eğitim ve Bilim*, 38(167).
- Ar, I. M., and Baki, B. (2011). Antecedents and performance impacts of product versus process innovation: Empirical evidence from SMEs located in Turkish science and technology parks. *European Journal of Innovation Management*.
- Aragón, E., Navarro, J. I., Aguilar, M., and Cerda, G. (2015). Cognitive Predictors of 5-Year-Old Students' Early Number Sense//Predictores cognitivos del conocimiento numérico temprano en alumnado de 5 años. *Revista de Psicodidáctica*, 20(1).
- Arastaman, G., FİDAN, İ. Ö., ve Fidan, T. (2018). Nitel araştırmada geçerlik ve güvenirlik: Kuramsal bir inceleme. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 37-75.
- Arsuk, S., and Memnun, D. S. (2020). The effect of the teaching of problem solving strategies supported by metacognitive strategies on problem solving success and metacognitive skills of seventh grade students. *Journal of Social Sciences of Mus Alparslan University*, 8(2), 559-573.

- Aspfors, J., and Fransson, G. (2015). Research on mentor education for mentors of newly qualified teachers: A qualitative meta-synthesis. *Teaching and teacher education*, 48, 75-86.
- Aydemir, H., ve Kubanç, Y. (2014). Problem Çözme Sürecinde Üstbilişsel Davranışların İncelenmesi. *Electronic Turkish Studies*, 9(2).
- Babu, V., Mariadoss, S., Ipek, C. E., Serbest, B., and Ali, S. (2014). Surface structures of gill, scale and erythrocyte of *Anabas testudineus* exposed to sublethal concentration of cypermethrin. *Environmental toxicology and pharmacology*, 37(3), 1109-1115.
- Bair, J. (2009). *Frontiers of commodity chain research*. Stanford University Press.
- Baki, A. (2019). *Matematiği öğretme bilgisi*. 2. Baskı. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Baroody, A. J., Eiland, M. D., Purpura, D. J., and Reid, E. E. (2012). Fostering at-risk kindergarten children's number sense. *Cognition and Instruction*, 30(4), 435-470.
- Başdamar, B. (2019). Problem çözme stratejileri öğretiminin ilkökul 4. sınıf öğrencilerinin matematik dersi akademik başarısına etkisi (Master's thesis, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).
- Batdı, V., (2019). *Meta-Tematik Analiz*. Ankara: Anı Yayıncılık
- Bayazıt, İ., ve Koçyiğit, N. (2017). Üstün Zekalı ve Normal Zekalı Öğrencilerin Rutin Olmayan Problemler Konusundaki Başarılarının Karşılaştırılması Olarak İncelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(3), 1172-1200.
- Bayram, G. (2013). 8. sınıf öğrencilerinin üslû ifadelerine ilişkin sayı duyuları ve başarıları arasındaki ilişki (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü).
- Beach, D., Bagley, C., Eriksson, A., and Player-Koro, C. (2014). Changing teacher education in Sweden: Using meta-ethnographic analysis to understand and describe policy making and educational changes. *Teaching and teacher education*, 44, 160-167.
- Bell, John Gregory (1992). *A History of Mathematics Class for Middle School Teachers*, Illinois State University Department of Mathematics, (Unpublished Doctoral Dissertation), Illinois, USA
- Birgin, O. ve Peker, E. S. (2020). Türkiye’de Sayı Duyusu Konusunda Yapılan Çalışmalara İlişkin Tematik İçerik Analizi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (Ağustos 2020), 1-17.

- Braun, V., and Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77-101.
- Briand-Newman, H., Wong, M., and Evans, D. (2012). Teacher subject matter knowledge of number sense. In *Mathematics education: Expanding horizons. Proceedings of the 35th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*, 130-137.
- Brink, P. J. (1991). Issues of reliability and validity. *Qualitative nursing research: A contemporary dialogue*, 164-186.
- Brombacher (2014). "Counting, Manipulating Numbers and Solving Problems", https://www.ru.ac.za/media/rhodesuniversity/content/sanc/documents/Counting_Man_Numbers_Problem_Solving2014_lowres.pdf (19.01.2021).
- Bütüner, S. Ö. (2018). Comparing the use of number sense strategies based on student achievement levels. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 49(6), 824-855.
- Can, D. (2017). İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin sayı duyularının bağlam temelli ve bağlam temelli olmayan problem durumlarında incelenmesi.
- Can, D. (2019). İlkokul Dördüncü Sınıf Öğrencilerinin Sayı Duyusu Performansının Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi. *İlköğretim Online*, 18(4), 1751-1765.
- Cangül, O. (2006). Diskriminant analizi ve bir uygulama denemesi (Doctoral dissertation, Bursa Uludag University (Turkey)).
- Champion, J., and Wheeler, A. (2014). Revisit pattern blocks to develop rational number sense. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 19(6), 336-343.
- Cheung, S. K., and McBride-Chang, C. (2015). Evaluation of a parent training program for promoting Filipino young children's number sense with number card games. *Child Studies in Asia-Pacific Contexts*, 5(1), 39-49.
- Chrysostomou, M., Pitta-Pantazi, D., Tsingi, C., Cleanthous, E., and Christou, C. (2013). Examining number sense and algebraic reasoning through cognitive styles. *Educational Studies in Mathematics*, 83(2), 205-223.
- Clark, K., Kjeldsen, T., Schorcht, S., Tzanakis, C., and Wang, X. (2016, July). History of mathematics in mathematics education. Recent developments. In *History and Pedagogy of Mathematics*.
- Clark, C. M. and Peterson, P. L.: 1986, 'Teachers' thought processes', in M. C. Wittrock (ed.), *Third Handbook of Research on Teaching*, pp. 255-296, Macmillan, New York
- Clay, C. M., Abdallah, H. M., Jordan, C., Knisley, K., and Ketcha, D. M. (2012). N-Alkylation of isatins utilizing KF/alumina. *Arkivoc*, 6, 317-325.

- Çatakli, Ö. (2018). Ortaokul öğrencilerinin sayı duyularının farklı değişkenler açısından incelenmesi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Çayli Süel, N. (2019). Ortaokul öğrencilerinin sayı duyusu becerileri ve sayı duyusu özyeterlikleri (Master's thesis, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).
- Çekirdekçi, S. (2015). İlkokul 4. sınıf öğrencileri için sayı hissi testinin geliştirilerek öğrencilerin sayı hislerinin incelenmesi. Yayınlanmamış Doktora tezi. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çekirdekçi, S., Şengül, S., ve Doğan, M. C. (2016). 4. Sınıf Öğrencilerinin Sayı Hissi ile Matematik Başarıları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Qualitative Studies*, 11(4), 48-66.
- Çekirdekçi, S., Şengül, S., ve Doğan, M. C. (2017). 4. sınıf sayı hissi testi'nin geliştirilmesi. *Kalem Eğitim ve İnsan Bilimleri Dergisi*, 7(2), 441-473.
- Çetin, H. ve Öztürk, Ş. (2020). İlkokul Matematik Öğretim Programının Sayı Duyusu Temel Bileşenlerine Göre İncelenmesi. *Ulusal Eğitim Akademisi Dergisi*, 4(2), 163-180.
- Çiltaş, A., Güler, G. ve Sözbilir, M. (2012). Türkiye’de matematik eğitimi araştırmaları: Bir içerik analizi çalışması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 12, 565-580.
- Dayı, Ö. (2018). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının sayı duyuları üzerinde bir çalışma (Master's thesis, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Dehaene, S. (2001). Précis of the number sense. *Mind and language*, 16(1), 16-36.
- Dehaene, S. (2011). *The Number Sense - How The Mind Creates Mathematics*. New York: Oxford University Press.
- Demirkol, M., ve Kutluca, T. (2016). Dicle üniversitesi Ziya Gökalp eğitim fakültesi dergisinin bibliyometrik analizi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (28), 108-118.
- Der Ching Yang, and Tsai, Y. F. (2010). Promoting sixth graders' number sense and learning attitudes via technology-based environment. *Journal of Educational Technology and Society*, 13(4), 112-125.
- Derya, Can, and Durmaz, B. (2016). Effects Of Number Talks On Number Senses Of Pre-Service Primary School Teachers. *The Eurasia Proceedings of Educational and Social Sciences*, 4, 152-154.
- Elmonayer, R. A. (2019). Promoting number sense of Egyptian autistic children mainstreamed in kindergartens through visual scaffolding. *Early Child Development and Care*, 189(8), 1242-1255

- Fazlıoğlu, O., ve Kurul, N. (2012). Türkiye'deki eğitim bilimleri doktora tezlerinin karakterisitkleri. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 1(24), 43-75.
- Feigenson, L., Libertus, M. E., and Halberda, J. (2013). Links between the intuitive sense of number and formal mathematics ability. Child development perspectives, 7(2), 74-79.
- Fried, S. (2018). Climate policy and innovation: A quantitative macroeconomic analysis. American Economic Journal: Macroeconomics, 10(1), 90-118.
- Gay, A. S., and Aichele, D. B. (1997). Middle school students' understanding of number sense related to percent. School Science and Mathematics, 97(1), 27-36.
- Gersten, R. and Chard, D. (1999). Number Sense: Rethinking Arithmetic Instruction for Students with Mathematical Disabilities. The Journal of Special Education, 33(1), 18-28.
- Gliner, G. (1991). Factors contributing to success in mathematical estimation in preservice teachers: Types of problems and previous mathematics experience. Educational Studies in Mathematics. 22(6), 595-606.
- Greeno, J. G. (1991). Number sense as situated knowing in a conceptual domain. Journal for research in mathematics education, 22(3), 170-218.
- Göktaş, Y., Küçük, S., Aydemir, M., Telli, E., Arpacık, Ö., Yıldırım, G., ve Reisoğlu, İ. (2012). Türkiye'de eğitim teknolojileri araştırmalarındaki eğilimler: 2000-2009 dönemi makalelerinin içerik analizi. Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi, 12(1), 177-199.
- Göktaş, Y., Hasançebi, F., VARİŞOĞLU, B., Akçay, A., Bayrak, N., Baran, M., ve Sözbilir, M. (2012). Türkiye'deki eğitim araştırmalarında eğilimler: bir içerik analizi. Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 12(1), 443-460.
- Guba, E. G. (1981). Criteria for assessing the trustworthiness of naturalistic inquiries. Ectj, 29(2), 75-91.
- Gülbağcı Dede, H. (2018). İlköğretim ve ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının sayı hissinin incelenmesi.
- Gülbahar, Y., ve Alper, A. (2009). Öğretim teknolojileri alanında yapılan araştırmalar konusunda bir içerik analizi. Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 42(2), 93-111.
- Günkaya, B. (2018). 8. sınıf öğrencilerinin sayı hissi ile uzamsal yetenekleri arasındaki ilişkinin incelenmesi.

- Gürefe, N., Öncül, C., and Es, H. (2017). Investigation number sense test achievements of middle school students according to different variables. *American Journal of Educational Research*, 5(9), 1004-1008.
- Harç, S. (2010). 6. Sınıf öğrencilerinin sayı duygusu kavramı açısından mevcut durumlarının analizi (Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
- Henning, B. L. (2018). Using number talks with supports to increase the early number sense skills of preschool students with autism spectrum disorder (Doctoral dissertation, The Florida State University).
- Hiniker, A., Rosenberg-Lee, M., and Menon, V. (2016). Distinctive role of symbolic number sense in mediating the mathematical abilities of children with autism. *Journal of autism and developmental disorders*, 46(4), 1268-1281.
- Hodge, D. R., Horvath, V. E., Larkin, H., and Curl, A. L. (2012). Older adults' spiritual needs in health care settings: A qualitative meta-synthesis. *Research on Aging*, 34(2), 131-155.
- Hope, J. (1989). Promoting number sense in school. *The Arithmetic Teacher*, 36(6), 12-16.
- Hulse, T., Daigle, M., Manzo, D., Braith, L., Harrison, A., and Ottmar, E. (2019). From here to there! Elementary: a game-based approach to developing number sense and early algebraic understanding. *Educational Technology Research and Development*, 67(2), 423-441.
- Işık, C., ve Kar, T. (2011). İlköğretim 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin sayı algılama ve rutin olmayan problem çözme becerilerinin incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(1), 57-72.
- Ivrendi, A. (2016). Choice-driven peer play, self-regulation and number sense. *European Early Childhood Education Research Journal*, 24(6), 895-906.
- Ivrendi, A. (2016). Investigating kindergarteners' number sense and self-regulation scores in relation to their mathematics and Turkish scores in middle school. *Mathematics Education Research Journal*, 28(3), 405-420.
- Ivrendi, A. (2011). Influence of self-regulation on the development of children's number sense. *Early Childhood Education Journal*, 39(4), 239-247.
- İkizoğlu, E. E., ve Paksu, A. D. Üslü İfadelerle İle İlgili Sayı Duyusu Ölçeğinin Geliştirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, (41), 42-65.
- İymen, E. (2012). 8. sınıf öğrencilerinin üslü ifadeler ile ilgili sayı duyularının sayı duygusu bileşenleri bakımından incelenmesi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

- İymen, E., ve Paksu, A. D. (2015). 8. sınıf öğrencilerinin üslü ifadeler ile ilgili sayı duyularının sayı duyusu bileşenleri bakımından incelenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 40(177).
- Jordan, N. C., Dyson, N., and Glutting, J. (2011). Developing Number Sense in Kindergartners at Risk for Learning Difficulties in Mathematics. Erişim adresi <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED528836.pdf> (19.03.2022).
- Júlio-Costa, A., Starling-Alves, I., Lopes-Silva, J. B., Wood, G., and Haase, V. G. (2015). Stable measures of number sense accuracy in math learning disability: Is it time to proceed from basic science to clinical application? *PsyCh Journal*, 4(4), 218-225.
- Kaiser, G., and Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *Zdm*, 38(3), 302-310.
- Kaminski, E. (2002). Promoting mathematical understanding: Number sense in action. *Mathematics Education Research Journal*, 14(2), 133-149.
- Kaplan, H. A. (2012). Prospective preschool teachers' ideas for developing the number sense of children. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 3870-3874.
- Kayhan Altay, M. (2010). İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin sayı duyularının; sınıf düzeyine, cinsiyete ve sayı duyusu bileşenlerine göre incelenmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Kayhan Altay, M. ve Umay, A. (2011). Sınıf öğretmeni adaylarının hesaplama becerileri ve sayı duyuları arasındaki ilişkinin incelenmesi.
- Kartal, A. (2016). 8. sınıf öğrencilerinin kesirlerde sayı duyularının incelenmesi (Master's thesis, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü/Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı).
- Kepreotes, E. (2009). The Metasynthesis: Reducing the Isolation of Qualitative Research. *HNE*, 47.
- Kerem, H. ve İpek, A. S. 6. Sınıf Öğrencilerinin Ondalık Gösterimlerle Temsil ve Problem Çözme Becerileri Arasındaki İlişki. *Uluslararası Anadolu Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(3), 1109-1126.
- Kermani, H. (2017). Computer Mathematics Games and Conditions for Enhancing Young Children's Learning of Number Sense. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 14(2), 23-57.
- Kesler, S. R., Sheau, K., Koovakkattu, D., and Reiss, A. L. (2011). Changes in frontal-parietal activation and math skills performance following adaptive number sense training: Preliminary results from a pilot study. *Neuropsychological rehabilitation*, 21(4), 433-454.

- Kilimlioglu, M. Ç. (2018). 5-6 yaş çocuklarının etkileşimli oyunları ile sözel dil başarımları ve sayı hissi arasındaki ilişkinin incelenmesi (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü).
- Koparan, T. ve Çataklı, Ö. (2017). Ortaokul Öğrencilerinin Sayı Duyularının Okul Türleri Açısından İncelenmesi. *Karaelmas Journal of Educational Sciences*, 5, 250-262.
- Krasa, S. and Shunkwiler, N. (2009). *Number Sense and Number Nonsense - Understanding the Challenges of Learning Math*. Baltimore: Brookes Publishing.
- Kuldas, S., Sinnakaudan, S., Hashim, S., and Ghazali, M. (2017). Calling for the development of children's number sense in primary schools in Malaysia. *Education*, 45(5), 586-598.
- Kutluca, T., Birgin, O., ve Gündüz, S. (2018). Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi'nde yayımlanmış makalelerin içerik analizi bağlamında değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 9(2), 390-412.
- Lafay, A., St-Pierre, M. C., and Macoir, J. (2017). The mental number line in dyscalculia: Impaired number sense or access from symbolic numbers?. *Journal of learning disabilities*, 50(6), 672-683.
- Lago, R. M., and DiPerna, J. C. (2010). Number sense in kindergarten: A factor-analytic study of the construct. *School Psychology Review*, 39(2), 164-180.
- Lee, M. (2019). An Exploration of Number Sense, Motivation, and Mindset in Relation to Math Achievement for Middle School Students with Learning Disabilities.
- Lema, J. and Petty, K. (2018). Developing Number Sense and Counting Skills in Prekindergarten. *Texas Child Care quarterly*, 42(2), 1-6.
- Li, M. N. F., and Yang, D. C. (2010). Development and validation of a computer-administered number sense scale for fifth-grade children in Taiwan. *School Science and Mathematics*, 110(4), 220-230.
- Lin, Y. C., Yang, D. C., and Li, M. N. (2016). Diagnosing students' misconceptions in number sense via a web-based two-tier test. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(1), 41-55.
- Lipton, J. S., and Spelke, E. S. (2003). Origins of number sense: Large-number discrimination in human infants. *Psychological science*, 14(5), 396-401.
- Maghfirah, M. and Mahmudi, A. (2018). Number Sense: The Result of Mathematical Experience. *Journal of Physics: Conf. Series*, 1097, 1-9.

- Marmasse, N., Bletsas, A. and Marti, S. (2000). "Numerical Mechanisms and Children's Concept of Numbers", http://alumni.media.mit.edu/~stefanm/society/som_final_natalia_aggelos_stefan.pdf (11.01.2021).
- Maryam, A., Mahnaz, E. and Hasan, A. (2011). Comparing the Impact of Number Sense on Mathematics Achievement in Both Dyscalculia and Normal Students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 28, 5-9.
- McDermott, E., Graham, H., and Hamilton, V. (2004). Experiences of being a teenage mother in the UK: a report of a systematic review of qualitative studies. Lancaster: Lancaster University, 39-42.
- McIntosh, A., Reys, B. J., and Reys, R. E. (1992). A proposed framework for examining basic number sense. *For the learning of mathematics*, 12(3), 2-44.
- Mert, M., and Baş, F. (2019). Ortaokul öğrencilerinin matematiğe yönelik kaygı, üstbilişsel farkındalık düzeyleri ve ilgili değişkenlerin matematik başarılarındaki etkisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 10(3), 732-756.
- MEB (2017). Ortaokul Matematik Dersi Taslak Öğretim Programı
- Mendizábal, E. A. et al. (2017). Improving Number Sense in Kindergarten Children with Low Achievement in Mathematics. *anales de psicología*, 33(2), 311-318.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2013). Ortaokul matematik dersi (5-8. sınıflar) öğretim programı. Ankara: MEB Yayınlar
- Mudge, S., Kayes, N., and McPherson, K. (2015). Who is in control? Clinicians' view on their role in self-management approaches: a qualitative metasynthesis. *BMJ open*, 5(5), e007413.
- Nejem, K. M., and Muhanna, W. (2013). The effect of using computer games in teaching mathematics on developing the number sense of fourth grade students. *Educational Research and Reviews*, 8(16), 1477-1482.
- Nickerson, S. D., and Whitacre, I. (2010). A local instruction theory for the development of number sense. *Mathematical Thinking and Learning*, 12(3), 227-252.
- Noblit, G. W., Hare, R. D., and Hare, R. D. (1988). *Meta-ethnography: Synthesizing qualitative studies* (Vol. 11). sage.
- Nurhayati, F., and 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), 10-17.

- Nys, J., and Content, A. (2010). Complex mental arithmetic: The contribution of the number sense. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue canadienne de psychologie expérimentale*, 64(3), 215.
- Olanoff, D., Feldman, Z., Welder, R. M., Tobias, J. M., Thanheiser, E., and Hillen, A. F. (2016). Greater Number of Larger Pieces: A Strategy to Promote Prospective Teachers' Fraction Number Sense Development. Erişim adresi <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED583802.pdf> (19.12.2021).
- Olkun, S., ve Ucar, Z. T. (2007). İlkogretimde etkinlik temelli matematik ogretimi [Activity-based mathematics teaching in primary education].
- Özsoy, G., ve Kuruyer, H. G. (2012). Bilmenin illüzyonu: matematiksel problem çözüme ve test kalibrasyonu. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (32).
- Öztürk, M., Durmaz, B., ve Derya, Can (2019). Sayı Konusmalarının Diskalkulik Ortaokul Öğrencilerinin Sayı Duyularına Etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 27(6), 2467-2480
- Paterson, S. (2001). Language and number in Down syndrome: The complex developmental trajectory from infancy to adulthood. *Down Syndrome Research and Practice*, 7(2), 79-86.
- Peker, E. S. (2019). Ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin sayı duyusu performanslarının incelenmesi (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi).
- Polly, D., Wang, C., Martin, C., Lambert, R. G., Pugalee, D. K., and Middleton, C. W. (2017). The influence of an internet-based formative assessment tool on primary grades students' number sense achievement. *School Science and Mathematics*, 117(3-4), 127-136.
- Porter, L. (2015). Focus on Family: From Number Rhymes to Number Sense: Susan Catapano, Editor. *Childhood Education*, 91(6), 492-494.
- Reys, R., Reys, B., Emanuelsson, G., Johansson, B., McIntosh, A., and Yang, D. C. (1999). Assessing number sense of students in Australia, Sweden, Taiwan, and the United States. *School Science and Mathematics*, 99(2), 61-70.
- Reys, R., Reys, B., McIntosh, A., Emanuelsson, G., Johansson, B., ve Yang, D. (1999). Assessing number sense of students in Australia, Sweden, Taiwan, and the United States. *School Science and Mathematics*, 99, 61-69.
- Sağırılı, M. Ö., ve Fatih, B. A. Ş. (2020). Türkiye’de eğitim dergilerinde yayınlanan problem temalı makalelere yönelik bir içerik analizi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40(3), 1105-1135.
- Sandelowski M. and Barroso J. (2007) *Handbook for Syn-thesizing Qualitative Research*. Springer Publishing Company, New York

- Serin, M. K., ve Korkmaz, İ. (2018). İşbirliğine dayalı ortamlarda gerçekleştirilen üstbilişsel sorgulama temelli öğretimin ilköğretim 4. sınıf öğrencilerinin matematiksel problem çözme becerilerine etkisi. *Elementary Education Online*, 17(2).
- Sevgi, S., ve Çağlıköse, M. (2019). Altıncı sınıf öğrencilerinin kesir problemleri çözme sürecinde kullandıkları üstbiliş becerilerinin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(3), 662-687.
- Smith, E. R., and Zarate, M. A. (1992). Exemplar-based model of social judgment. *Psychological review*, 99(1), 3.
- Steinke, D. A. (2015). Evaluating Number Sense in Workforce Students. *Journal of Adult Education*, 44(1), 1-8.
- Stella, M. E., and Fleming, M. R. (2011). Clarity in Mathematics Instruction: The Impact of Teaching Number Sense and Place Value Skills on Elementary School Students. Erişim adresi <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED529621.pdf> (24.04.2022).
- Sood, S. (2010). The Role of Cognitive Strategy and Direct Instruction in Enhancing Kindergarten Students' Learning of Number Sense. 2010 SREE Conference, 1-8.
- Sood, S., and Mackey, M. (2014). Number Sense Instruction: A Comprehensive Literature Review. *World Journal of Education*, 4(5), 58-67.
- Sousa, D. A. (2014). *How the Brain Learns Mathematics*. Thousand Oaks :Corwin Press.
- Soyuk, R., ve Yenilmez, K. Ü. R. Ş. A. T. (2021). Sekizinci sınıf öğrencilerinin kareköklü ifadeler konusunda sayı duyularının incelenmesi. *Journal of Computer and Education Research*, 9(18), 961-996.
- Şahin, D. (2018). Ortaokul 6-8. sınıf öğrencilerinde aritmetik performans ile sayı duyusu arasındaki ilişki (Master's thesis, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).
- Şahin, G. (2019). Ortaokul öğrencilerinde sayı duyusu gelişimi (Master's thesis, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).
- Şengül S. and Gülbağcı, H. (2012). Evaluation of Number Sense on the Subject of Decimal Numbers of the Secondary Stage Students in Turkey. *International Online Journal of Educational Sciences*, 4(2), 296-310.
- Şengül, S., Gülbağcı, H., and Gerez Cantimer, G. (2012). Examining the number sense strategies about percent of the 6th grade students. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 5(8), 1055-1070.

- Şengül, S., ve Gülbağcı, H. (2013). 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin sayı hissi ile matematik öz yeterlikleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *International Journal of Social Science*, 6(4), 1049-1060.
- Şengül, S. (2013). Sınıf öğretmeni adaylarının kullandıkları sayı duyusu stratejilerinin belirlenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(3), 1951-1974.
- Şengül, S. ve Dede, H. G. (2014). Matematik Öğretmenlerinin Sayı Hissi Problemlerini Çözerken Kullandıkları Stratejiler. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 5(1), 73-88.
- Tabuk, M., Aydoğdu, A. A., Kalyoncu, A., Erten, D. İ., Arslan, K., Kara, N., ve Arslan, T. (2018). Türkiye'deki bilgisayar destekli matematik öğretimi araştırmaları: yüksek lisans ve doktora tezlerinin içerik analizi. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 12(25), 16-38.
- Takır, A. (2016). 6., 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Sayı Duyusu Becerilerinin Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (29), 309-323.
- Tan Şişman, G.ü.l.ç.i.n., ve Gençkaya, Ş. (2021). Matematik Tarihinin Öğrenme-Öğretme Sürecinde Kullanılmasına Yönelik Ortaokul Öğrencilerinin Görüşleri. *Milli Eğitim*, 50(230), 359-384.
- Tatar, E., Kağızmanlı, T. B. ve Akkaya, A. (2014). Türkiye'deki teknoloji destekli matematik eğitimi araştırmalarının içerik analizi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35, 33-45.
- Tertemiz, N. I., Doğan, A., and Karakaş, H. (2017). A comparative study on problem solving strategies of gifted 4th grade students and their high-achieving counterparts. *Uluslararası Eğitim Programları ve Öğretim Çalışmaları Dergisi*, 7(13), 161-188.
- Thomas, J., and Harden, A. (2008). Methods for the thematic synthesis of qualitative research in systematic reviews. *BMC medical research methodology*, 8(1), 1-10.
- Tosto, M. G., Petrill, S. A., Malykh, S., Malki, K., Haworth, C., Mazzocco, M. M., ... and Kovas, Y. (2017). Number sense and mathematics: Which, when and how?. *Developmental psychology*, 53(10), 1924.
- Tosto, M. G., Tikhomirova, T., Galajinsky, E., Akimova, K., and Kovas, Y. (2013). Development and Validation of a Mathematics-number sense Web-based Test Battery. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 86, 423-428.
- Tsao, Y. L. and Lin, Y. C. (2011). The Study of Number Sense and Teaching Practice. Erişim adresi <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1057181.pdf> (11.12.2021).

- Tsao, Y. L., and Lin, Y. C. (2012). Elementary School Teachers' Understanding towards the Related Knowledge of Number Sense. Erişim adresi <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED531655.pdf> (21.01.2022).
- Tunalı, C. (2018). Özel yetenekli öğrencilerin sayı duyusu düzeylerinin belirlenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Ulusoy, Ç. A. ve Şahiner, Y. (2017). Sayı Duyusuna Yönelik Özyeterlik Ölçeği'nin Geliştirilmesi. Kastamonu Eğitim Dergisi, 25(1), 17-32.
- Ulutaş, F., ve Ubuz, B. (2008). Matematik eğitiminde araştırmalar ve eğilimler: 2000 ile 2006 yılları arası. İlköğretim Online, 7(3), 614-626.
- Utle, J., and Reeder, S. (2012). Prospective elementary teachers' development of fraction number sense. Investigations in Mathematics Learning, 5(2), 1-13.
- Van Herwegen, J., Ranzato, E., Karmiloff-Smith, A., and Simms, V. (2019). Eye movement patterns and approximate number sense task performance in williams syndrome and down syndrome: A developmental perspective. Journal of Autism and Developmental Disorders, 49(10), 4030-4038.
- Vapumarican, R., and Kapur, M. (2012). The effect of small-group game play activities on number sense performance. Erişim adresi <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED573393.pdf> (19.02.2022).
- Verschaffel, L., Greer, B., and De Corte, E. (2007). Whole number concepts and operations.
- Waldera, S. (2018). Effects of Number Sense Activities on Elementary Students' Mathematical Ability and Confidence Levels. Minot State University.
- Westbrook, M. (2019). Making sense of mathematics through number talks: A case study of three teachers in the elementary classroom.
- Whitacre, I. (2018). Prospective elementary teachers learning to reason flexibly with sums and differences: Number sense development viewed through the lens of collective activity. Cognition and Instruction, 36(1), 56-82.
- Whitacre, I., Henning, B., and Atabaş, Şebnem. (2020). Disentangling the Research Literature on Number Sense: Three Constructs, One Name. Review of Educational Research, 90(1), 95-134.
- Wessels, H. (2014). Number sense of final year pre-service primary school teachers. pythagoras, 35(1), 1-9.
- West, J. (2016). Counter conjectures: Using manipulatives to scaffold the development of number sense and algebra. Australian Primary Mathematics Classroom, 21(3), 21-25.

- West, J. (2016). Power patterns: Extending number sense through last digit investigations. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 21(1), 29-33.
- Woods, D. M., Ketterlin Geller, L., and Basaraba, D. (2018). Number sense on the number line. *Intervention in school and clinic*, 53(4), 229-236.
- Yaman, H. (2015). Sınıf düzeylerine göre öğretmen adaylarının sayı duyusu performansları. *Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(2), 739-754.
- Yaman, B. B. (2019). Sayı Kavramı ve Sayı Hissinin Geliştirilmesi. "Kuramdan Uygulamaya Etkinlik Örnekleriyle Sayıların Öğretimi" içerisinde, Erhan Ertekin (Ed.) ve Melihan Ünlü (Ed.). Ankara: PEGEM Akademi.
- Yang, D. C. (1995). Number sense performance and strategies possessed by sixth- and eighth-grade students in Taiwan. *University of Missouri-Columbia*.
- Yang, D. C. (2002). Teaching and Learning Number Sense: One Successful Process-Oriented Activity With Sixth Grade Students in Taiwan. *School Science and Mathematics*, 102(4), 152-157.
- Yang, D. C. (2003). Teaching and Learning Number Sense – An Intervention Study of Fifth Grade Students in Taiwan. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1, 115-134.
- Yang, D. C. (2007). Investigating the strategies used by pre-service teachers in Taiwan when responding to number sense questions. *School Science and Mathematics*, 107(7), 293-301.
- Yang, D. C. and Hsu, C. J. (2009). Teaching Number Sense For 6th Graders in Taiwan. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 4(2), 92-109.
- Yang, D. C., and 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.
- Yang, D. C., and Li, M. N. (2013). Assessment of animated self-directed learning activities modules for children's number sense development. *Journal of Educational Technology & Society*, 16(3), 44-58.
- Yang, D. C., and Lin, Y. C. (2015). Using Calculator-Assisted Instruction to Enhance Low-Achievers in Learning Number Sense: A Case Study of Two Fifth Graders in Taiwan. *Journal of Education and Learning*, 4(2), 64-72.
- Yang, D. C. (2019). Development of a three-tier number sense test for fifth-grade students. *Educational Studies in Mathematics*, 101(3), 405-424.
- Yapıcı, A. (2013). 5, 6 ve 7. sınıf öğrencilerinin yüzdeler konusunda sayı duyularının incelenmesi.

- Yapici, A., and Altay, M. K. (2017). An investigation of middle school students' number sense regarding the percent. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Derg*, 17(4), 2221-2243.
- Yavuz, G. (2006). Dokuzuncu sınıf matematik dersinde problem çözme strateji öğretiminin duyuşsal özellikler ve erişkiye etkisi (Doctoral dissertation, DEÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü).
- Yaylak, D., Çalışgan, B., Karakaş, T., Mert, Ö., Öncel, C., Köse, O., ... and İnal, V. (2014). Heavy workload of nurses and effects of it on sleep/rested levels. *Turkish Medical Student Journal*, 1(1), 23-26.
- Yazgan, Y., ve BİNTAŞ, J. (2005). İlköğretim dördüncü ve beşinci sınıf öğrencilerinin problem çözme stratejilerini kullanabilme düzeyleri: Bir öğretim deneyi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(28), 210-218.
- Yazlık, D. Ö., ve Erdoğan, A. (2016). İşbirlikli öğrenme ile birlikte kullanılan problem çözme stratejilerinin öğrenci başarısı üzerine etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(3), 1-16.
- Yenilmez, K., ve Yıldız, Ş. (2019). Matematiksel modelleme ile ilgili lisansüstü tezlerin tematik içerik analizi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20, 1-22.
- Yenioğlu, B. Y. (2019). Zihin yetersizliği olan çocukların sayı hissini geliştirmede doğrudan öğretim yöntemine dayalı etkinlik paketinin etkililiği (Master's thesis, ESOGÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).
- Yıldız, A., Baltacı, S., Kurak, Y., ve Güven, B. (2012). Üstün yetenekli ve üstün yetenekli olmayan 8. sınıf öğrencilerinin problem çözme stratejilerini kullanma durumlarının incelenmesi [Examining the usage of problem-solving strategies by the eighth grade gifted and non-gifted students]. *Uludağ Education Journal*, 25(1), 123-143.
- 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.
- Yücedağ C, Gezer A, Orhan H (2010) The genetic variation in crimean juniper populations from the Lakes District of Turkey. *Rom Biotech Lett* 15:5487–5492
- Zhou, Y. L., McBride-Chang, C., Fong, C. Y. C., Wong, T. T. Y., and Cheung, S. K. (2012). A comparison of phonological awareness, lexical compounding, and homophone training for Chinese word reading in Hong Kong kindergartners. *Early Education & Development*, 23(4), 475-492.
- Zimmer, H. G. (2006). Computational problems, methods, and results in algebraic number theory (Vol. 262). Springer.

Zübeyde, E. R., ve Artut, P. D. (2017). Sekizinci sınıf öğrencilerinin doğal sayı, ondalıklı sayı, kesirler ve yüzde konularında kullandıkları sayı duygusu stratejilerin incelenmesi. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 3(1), 218-229.



EKLER

EK-1. Araştırmaya Dahil Edilen Yurt içi ve Yurt dışı Çalışmalarının Özellikleri

Kod	Çalışma	Çalışma Türü	Araştırma Yöntemi	Katılımcılar
A1	Ivrendi, 2011	M	Nicel	Okulöncesi
A2	Umay, 2011	M	Nicel	Öğretmen Adayı
A3	Şengül, Gülbağcı, 2012	M	Nicel	İlkokul
A4	Kaplan, 2012	M	Nitel	Öğretmen Adayı
A5	Şengül, Gülbağcı, 2012	M	Karma	Ortaokul
A6	Şengül, Gülbağcı, 2013	M	Nicel	Ortaokul
A7	Kayhan Altay, Umay, 2013	M	Nicel	Ortaokul
A8	Şengül, Gülbağcı Dede, 2013	M	Nitel	Alan Çalışması
A9	Şengül, 2013	M	Karma	Öğretmen Adayı
A10	Bayram, Duatepe Paksu, 2014	M	Nicel	Ortaokul

A11	Şengül, Gülbağcı Dede, 2014	M	Karma	Öğretmen
A12	Yaman, 2014	M	Nicel	Öğretmen Adayı
A13	İymen, Duatepe Paksu, 2015	M	Nitel	Ortaokul
A14	Akkaya, 2015	M	Nicel	Ortaokul
A15	Yaman, 2015	M	Karma	Öğretmen Adayı
A16	Şengül, Doğan, 2016	M	Nicel	İlkokul
A17	Can, Durmaz, 2016	M	Nicel	Öğretmen Adayı
A18	Şengül, Gülbağcı Dede, 2016	M	Karma	Öğretmen Adayı
A19	Asiye Ivrendi, 2016	M	Nicel	Ortaokul
A20	Asiye Ivrendi, 2016	M	Nicel	Anaokulu
A21	Er, Dinç Artut, 2016	M	Karma	Ortaokul
A22	İkiztepe, Duatepe Paksu, 2016	M	Nitel	Alan

				Çalışması
A23	Çekirdekçi, Şengül, Doğan, 2017	M	Nicel	Alan Çalışması
A24	Zuhal Yılmaz, 2017	M	Nicel	İlkokul
A25	Takır, 2017	M	Nicel	Ortaokul
A26	Aktaş, Özdemir, 2017	M	Nicel	Öğretmen Adayı
A27	Bütüner, 2017	M	Nitel	Ortaokul
A28	Aktaş, Özdemir, Mumcu, 2017	M	Nicel	Ortaokul
A29	Gürefe, Öncül, Es, 2017	M	Nicel	Ortaokul
A30	Koparan, Çataklı, 2017	M	Nicel	Ortaokul
A31	Kayhan Altay, Yapıcı, 2017	M	Nicel	Ortaokul
A32	Aktaş Ulusoy, Şahiner, 2017	M	Nicel	Alan Çalışması
A33	Yenilmez, Yıldız, 2018	M	Nitel	Ortaokul
A34	Dayı, Kandemir, 2018	M	Karma	Öğrt. Adayı

A35	Özgün Uyanık Aktulun, 2018	M	Nitel	Anaokulu, İlkokul
A36	Er, Dinç Artut, 2018	M	Nitel	Ortaokul
A37	Yarar, Es, Güreffe, 2018	M	Nicel	Ortaokul
A38	Çekirdekçi, Şengül, Doğan, 2018	M	Nitel	Alan Çalışması
A39	Karabey, Tunalı, Olkun, Ergut, 2019	M	Nitel	Alan Çalışması
A40	Öztürk, Durmaz, Can, 2019	M	Nicel	Ortaokul
A41	Harç, 2010	T	Nitel	Ortaokul
A42	Kayhan Altay, 2010	T	Nicel	Ortaokul
A43	İymen, 2012	T	Nicel	Ortaokul
A44	Yapıcı, 2013	T	Nicel	Ortaokul
A45	Bayram, 2013	T	Nicel	Ortaokul
A46	Çekirdekçi, 2015	T	Karma	İlkokul
A47	Gülbağcı Dede, 2015	T	Karma	Öğrt. Adayı

A48	Kartal, 2016	T	Nitel	Ortaokul
A49	Arslan, 2016	T	Nicel	Ortaokul
A50	Bayak, 2016	T	Karma	Öğretmen
A51	Can, 2017	T	Karma	İlkokul
A52	Alkaş Ulusoy, 2017	T	Karma	Ortaokul
A53	Kilimlioğlu, 2018	T	Nicel	Anaokulu
A54	Günkaya, 2018	T	Nicel	Ortaokul
A55	Dayı, 2018	T	Karma	Öğretmen Adayı
A56	Şahin, 2018	T	Nicel	Ortaokul
A57	Çataklı, 2018	T	Nicel	Ortaokul
A58	Tunalı, 2018	T	Karma	Özel Yetenekli Çocuklar
A59	Soyuk, 2018	T	Karma	Ortaokul
A60	Hut, 2019	T	Karma	Ortaokul

A61	Ak, 2019	T	Nicel	Ortaokul
A62	Şahin, 2019	T	Nicel	Ortaokul
A63	Çaylı, Süel, 2019	T	Karma	Ortaokul
A64	Peker, 2019	T	Nicel	Ortaokul
A65	Acar, 2019	T	Nicel	Ortaokul
A66	Yarımkaş, 2019	T	Nitel	Öğretmen Adayı
A67	Yılmaz Yenioğlu, 2019	T	Nitel	Özel Öğrenciler
A68	Howell, Kemp, 2010	M	Nicel	Okulöncesi
A69	Susan D. Nickerson & Ian Whitacre, 2010	M	Nitel	Doküman inceleme
A70	A. Susan Gay & Douglas B. Aichele 2010	M	Nicel	Ortaokul
A71	Reys, McIntosh, Emanuelsson, Johansson & Yang, 2010	M	Nicel	8-14 yaş

A72	Der-Ching Yang, 2010	M	Nicel	Öğretmen Adayı
A73	Der-Ching Yang, 2010	M	Nicel	Öğretmen Adayı
A74	Sheetal Sood, 2010	M	Nicel	Okul öncesi
A75	Nys, Contet, 2010	M	Nicel	Lisans Öğrencisi
A76	Ghazali, Othman, Alias Saleh, 2010	M	Nitel	Öğretmen
A77	Wagner, Davis, 2010	M	Nitel	Alan Çalışması
A78	Mohamed, Jonny, 2010	M	Nicel	İlkokul
A79	Lago, DiPerna, 2010	M	Nicel	Okul öncesi
A80	Moomaw, Carr, Boat, Barnett, 2010	M	Nitel	Okul öncesi
A81	Yang, Tsai, 2010	M	Nicel	İlkokul
A82	Yang, Wu, 2010	M	Karma	İlkokul
A83	Jordan, Glutting, Ramineni, Watkins,2010	M	Nicel	Okul öncesi

A84	Molly E. Stella & Megan R. Fleming, 2011	M	Nicel	İlkokul
A85	Nancy C. Jordan, Nancy Dyson & Joseph Glutting, 2011	M	Nicel	Okul öncesi
A86	Dyson, Jordan, Glutting, 2011	M	Nicel	İlkokul
A87	Aperapar, Hoon, 2011	M	Nicel	Ortaöğretim
A88	Sood, Jitendra, 2011	M	Nicel	Okul öncesi
A89	Kesler, Sheau, Koovakkattu, Reiss, 2011	M	Karma	Özel Öğrenci
A90	Maryam, Mahnaz, Hasan, 2011	M	Nicel	8-12 yaş arası
A91	Alsawaie, 2011	M	Nicel	Ortaokul
A92	Lyons, Beilock, 2011	M	Nicel	Lisans Öğrencisi
A93	Yang & Li, 2012	M	Nicel	İlkokul
A94	Tsao & Lin, 2012	M	Nitel	Öğretmen
A95	Chrysostomou & Pitta- Pantazi & Tsingi & Cleanthous & Christou, 2012	M	Nicel	Öğretmen

A96	Briand-Newman & Wong 2012	M	Nitel	Öğretmen
A97	Vapumarican & Kapur, 2012	M	Nicel	İlkokul
A98	Yang, Li, 2012	M	Nicel	İlkokul
A99	Jordan, Glutting, Dyson, Das, Irwin, 2012	M	Nicel	İlkokul
A100	Baroody, Eiland, Purpura, Reid, 2012	M	Nicel	Okul öncesi
A101	Halberda, Ly, Wilmer, Naiman, Germine, 2012	M	Nicel	11-85 yaş arası
A102	Maclellan, 2012	M	Nitel	Alan Çalışması
A103	Feigenson & Libertus & Halberda, 2013	M	Nitel	Doküman inceleme
A104	Sasanguie, Göbel, Moll Smets, Reynvoet, 2013	M	Nicel	İlkokul
A105	Tosto, Tikhomirova, Galajinsky, Akimova, Kovaş, 2013	M	Nicel	Ortaöğretim
A106	Hassinger-Das, Jordan, Glutting, Irwin, Dyson, 2013	M	Nicel	Okul öncesi

A107	Kim, Shin, Lee, 2013	M	Nicel	Okul öncesi
A108	Faulkner, Cain, 2013	M	Nicel	Öğretmen
A109	Starr, Libertus, Brannon, 2013	M	Nitel	6 ay-3,5 yaş arası
A110	Graven, Venkat, Westaway&Thesane, 2013	M	Nitel	Alan Çalışması
A111	Nejem, Muhanna, 2013	M	Nicel	İlkokul
A112	Parveen Ali, 2014	M	Nicel	Ortaokul
A113	Sood & Mackey, 2014	M	Nitel	Doküman Analizi
A114	Courtney-Clarke & Wessels, 2014	M	Karma	İlkokul
A115	Purnomo, Kowiyah, Alyani & Assiti, 2014	M	Nicel	Ortaokul
A116	Göbel, Watson, Lervag, Hulme, 2014	M	Nicel	İlkokul
A117	Lee, Kotsopoulos, Tumber, Makozs, 2014	M	Nitel	Okul öncesi
A118	Park, Brannon, 2014	M	Nicel	18-34 yaş
A119	Salaschek, Zeuch, Souvignier, 2014	M	Nicel	İlkokul

A120	Mildenhall, 2014	M	Nitel	Okul öncesi
A121	Bos, Kroesbergen, Luit, 2014	M	Nicel	Okul öncesi
A122	Kuhn, Holling, 2014	M	Nicel	İlkokul
A123	Champion, Wheeler, 2014	M	Nitel	Alan Çalışması
A124	Tosto, Petrill, HALberda, Trzaskowski, Tikhomirova, Bogdavona, Ly, Wilmer, Naiman, Germine, Plomin Kovas, 2014	M	Nicel	Ortaöğretim
A125	Steinke, 2015	M	Nitel	Lise
A126	Susan Catapano, 2015	M	Nicel	Okul öncesi
A127	Yang & Lin, 2015	M	Karma	İlkokul
A128	Yang, Lin, 2015	M	Nicel	İlkokul
A129	Aragon, Navarro, Aguilar, Cerda, 2015	M	Nicel	Okul öncesi
A130	Wong, Ho, Tang, 2015	M	Nicel	Okul öncesi
A131	Lin, 2015	M	Karma	Ortaokul

A132	Cheung, McBried-Chang, 2015	M	Nitel	Okul öncesi
A133	Andrews, Sayers, 2015	M	Nitel	Okul öncesi
A134	Schacter, Shih, Allen, DeVaul, Adkins, Ito and Jo, 2015	M	Karma	Okul öncesi
A135	Beverley, Lacefield and Bush, 2015	M	Nitel	1.-8. Sınıf
A136	Costa, Alves, Silva, Wood, Haase, 2015	M	Nitel	Okul öncesi
A137	Pope, Mangram, 2015	M	Nicel	İlkokul
A138	Kuldas & Sinnakaudan & Hashim & Ghazali, 2016	M	Nitel	Doküman inceleme
A139	John West, 2016	M	Nitel	Doküman inceleme
A140	Olanoff & Feldman & Welder & Tobias & Thanheiser & Hillen, 2016	M	Nitel	Öğretmen Adayı
A141	John West, 2016	M	Nitel	Doküman inceleme
A142	Utley & Reeder, 2016	M	Nicel	Öğretmen Adayı

A143	Neng & Li & Yang, 2016	M	Nicel	İlkokul
A144	Lafay & St-Pierre & Macoir, 2016	M	Nicel	İlkokul
A145	Almedia, Bruno, Diaz, 2016	M	Nicel	Öğretmen Adayı
A146	Kuldas, Sinnakaudan, Hashim & Ghazali, 2016	M	Nicel	Ortaokul
A147	Hiniker, Lee, Menon, 2016	M	Nicel	Özel Öğrenciler
A148	Sayers, Andrews, 2016	M	Nitel	Alan Çalışması
A149	Whitacre, Nickerson, 2016	M	Nicel	Öğretmen Adayı
A150	Laurillard, 2016	M	Nitel	İlkokul
A151	Toll, Krosbergen, Luit, 2016	M	Nicel	Okul öncesi
A152	Hengameh Kermani, 2017	M	Karma	Okul öncesi
A153	Whitacre & Henning & Atabaş, 2017	M	Nitel	Doküman inceleme

A154	Randa Abdelaleem Elmonayer, 2017	M	Nicel	Özel öğrenci
A155	Ian Whitacre, 2017	M	Nitel	Öğretmen Adayı
A156	Polly & Martin & Pugalee, 2017	M	Nicel	İlkokul
A157	Miravati, 2017	M	Nitel	Okul öncesi
A158	Krosbergen, Schoevers, 2017	M	Nicel	İlkokul
A159	Chen, Yan, Xin, 2017	M	Nicel	İlkokul
A160	Almedia, Bruno, 2017	M	Nitel	Ortaokul
A161	Steinke, 2017	M	Nicel	Ortaöğretim
A162	Mendizábal, Villagrán, Guzmán, Howell, 2017	M	Nicel	İlkokul
A163	Tosto, Petrill, Malykh, Malki, Malki, Mazzocco, Thompson& Opfer, Bogdanova, 2017	M	Nicel	Ortaöğretim
A164	Hoof, Verschaffel, Dooren, 2017	M	Nicel	İlkokul
A165	Almeida, Bruno, Bruno &, 2017	M	Nicel	Öğretmen Adayı

A166	Vandervert, 2017	M	Nitel	Alan Çalışması
A167	Sanchez, Gabriel, Anderson, Turnbull, 2018	M	Nitel	Okul öncesi
A168	Pittalis & Pitta- Pantazi& Christou, 2018	M	Nitel	Okul öncesi
A169	Wood & Geller & Bsabara, 2018	M	Nitel	Doküman inceleme
A170	Nurdiana, 2018	M	Nitel	Ortaokul
A171	Herwegen, Costa, Nicholson Donlan, 2018	M	Nitel	Özel Öğrenci
A172	Maghfirah, Mahmudi, 2018	M	Nitel	Alan Çalışması
A173	Whitacre, 2018	M	Nitel	Öğretmen Adayı
A174	Helmy, Johar, Abidin, 2018	M	Nitel	Ortaokul
A175	Corso, 2018	M	Nitel	Ortaokul
A176	Hulse & Daigle & Manzo & Braith & Harrison & Ottmar, 2019	M	Nitel	İlkokul

A177	Allen-Lyall & Russo, 2019	M	Nitel	Doküman inceleme
A178	Lago & DiPerna, 2019	M	Nicel	Okul öncesi
A179	Shumway, Patricia, Packenham, 2019	M	Nicel	İlkokul
A180	Noviyanti, Suryadi, 2019	M	Nitel	Öğretmen
A181	Yang, 2019	M	Nicel	İlkokul
A182	Herwegen, Ranzato, Smith, Simms, 2019	M	Nicel	Özel Öğrenci
A183	Mora, Rodriguez, 2019	M	Nitel	Ortaokul
A184	Singh, Rahman, Ramly, Hoon, 2019	M	Nicel	14-16 yaş
A185	Nurhayati, Rasyid, 2019	M	Nicel	Okul öncesi
A186	Sayers, Petersson, Rosenqvist, Andrews, 2019	M	Nitel	Alan Çalışması
A187	Eastburn, 2010	T	Karma	İlkokul
A188	Dyson, 2011	T	Nicel	Okul öncesi- İlkul

A189	Malcolm, 2011	T	Nitel	Okul öncesi
A190	Hinton, 2011	T	Nicel	Okul öncesi
A191	Burland, 2011	T	Nitel	Lisans Öğrencisi
A192	Beverley, 2012	T	Nitel	1. Sınıftan 8. Sınıfa kadar
A193	Whitacre, 2012	T	Karma	Öğretmen Adayı
A194	Geronime, 2012	T	Nicel	Ortaokul
A195	Cheung, 2012	T	Karma	Okul öncesi
A196	Gaillard, 2012	T	Karma	İlkokul
A197	Irwin, 2013	T	Nicel	Okul öncesi
A198	Das, 2013	T	Nitel	Okul öncesi
A199	Creighan, 2014	T	Karma	İlkokul
A200	Polignano, 2014	T	Nicel	Okul öncesi
A201	DeWind, 2014	T	Nicel	Lisans Öğrencisi

A202	Long, 2015	T	Nitel	Özel Öğrenci
A203	Shumway, 2016	T	Karma	İlkokul
A204	Lee, 2016	T	Nitel	Özel Öğrenci
A205	Le, 2016	T	Nitel	Ortaöğretim
A206	Lohse, 2018	T	Nitel	Öğretmen
A207	Waldera, 2018	T	Karma	İlkokul
A208	Henning, 2018	T	Nitel	Özel-Normal Öğrenciler
A209	Feldman, 2018	T	Karma	İlkokul
A210	Lee, 2019	T	Karma	Ortaokul
A211	Westbrook, 2019	T	Nitel	7-12 yaş
