T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÖZEL EĞİTİM ANABİLİM DALI
ÖZEL EĞİTİM PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

BİLGİSAYAR DESTEKLİ MATEMATİK ÖĞRETİMİNİN ÖĞRENME GÜÇLÜĞÜ OLAN ÖĞRENCİLERİN SAYI HİSSİ, MATEMATİKSEL ÜSTBİLİŞ FARKINDALIK VE ÖZ YETERLİLİK ALGISI ÜZERİNDEKİ ETKİLİLİĞİ

SILA DOĞMAZ

İzmir
2022

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÖZEL EĞİTİM ANABİLİM DALI

ÖZEL EĞİTİM PROGRAMI

DOKTORA TEZİ

BİLGİSAYAR DESTEKLİ MATEMATİK ÖĞRETİMİNİN ÖĞRENME GÜÇLÜĞÜ OLAN ÖĞRENCİLERİN SAYI HİSSİ, MATEMATİKSEL ÜSTBİLİŞ FARKINDALIK VE ÖZ YETERLİLİK ALGISI ÜZERİNDEKİ ETKİLİLİĞİ

SILA DOĞMAZ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Vesile YILDIZ DEMİRTAŞ

İzmir

2022

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Doktora tezi olarak sunduğum "**Bilgisayar Destekli Matematik Öğretiminin Öğrenme Güçlüğü Olan Öğrencilerin Sayı Hissi, Matematiksel Üstbiliş Farkındalık ve Öz Yeterlilik Algısı Üzerindeki Etkililiği**" adlı çalışmanın içerdiği fikri izinsiz başka bir yerden almadığımı; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında ve bölümlerinin yazımında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yaptığımı ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi, ayrıca bu çalışmanın Dokuz Eylül Üniversitesi tarafından kullanılan bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve *intihal içermediğini* beyan ederim. Herhangi bir zamanda aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonuca razı olduğumu bildiririm.

24/06/2022

Sıla DOĞMAZ

TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORİJİNALLİK RAPORU

Tarih: 21/07/2022

Tez Başlığı:

Bilgisayar Destekli Matematik Öğretiminin Öğrenme Güçlüğü Olan Öğrencilerin Sayı Hissi, Matematiksel Üstbiliş Farkındalık ve Öz Yeterlilik Algısı Üzerindeki Etkililiği

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 115 sayfalık kısmına ilişkin, 21/07/2022 tarihinde **tez danışmanım tarafından** Dokuz Eylül Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı'nın sağladığı İntihal Tespit Programından (**Turnitin**-Tez İntihal Analiz Programı) aşağıda belirtilen **filtreleme tiplerinden biri** (uygun olanı işaretleyiniz) uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin **benzerlik oranı % 10 dur.**

- http://www.kutuphane.deu.edu.tr/tr/turnitin-tez-intihal-analiz-programi/ adresindeki Tez İntihal Analiz Programı Kullanım Kılavuzunu okudum X

Filtreleme Tipi 1(Maksimum %15) x	**Filtreleme Tipi 2(Maksimum %30)** □
x Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç, x Kaynakça hariç, x Alıntılar dâhil, □ Altı (6) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç.	□ Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç, □ Kaynakça dâhil, □ Alıntılar dâhil.
EK 1- İntihal Tespit Programı Raporu İLK SAYFA Çıktısı. x **EK 2- İntihal Tespit Programı Raporu (Tümü) Cd İçinde.** x	

Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Uygulama Esasları'nı inceledim ve yukarıda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmasının herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Adı Soyadı : Sıla DOĞMAZ
Öğrenci No : 2016950165
Anabilim Dalı : Özel Eğitim
Programı : Özel Eğitim Doktora Programı
Statüsü : Yüksek Lisans □ Doktora x

ÖĞRENCİ
Sıla DOĞMAZ
21.07.2022

(Adı Soyadı, İmza, Tarih)

DANIŞMAN
Prof. Dr. Vesile YILDIZ DEMİRTAŞ
21.07.2022

(Unvan, Adı Soyadı, İmza, Tarih)

Açıklamalar

1: Bu formu teslim etmeden önce sizden istenen bilgileri uygun kutucuğu (□) işaretleyerek doldurunuz.

Kullanıcı şifre vb. konusunda sorun yaşanması durumunda Üniversitemiz Merkez Kütüphanesinde bulunan Turnitin yetkilisine (Ali Taş Tel: +90 (232) 3018026 veya ali.tas@deu.edu.tr) başvurunuz.

2: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu" formu tezin ciltlenmiş ve elektronik nüshalarının içerisinde ekler kısmında yer alır.

3: Tez savunmasında düzeltme alınması durumunda bu form güncellenerek yeniden hazırlanır.

4: Turnitin-Tez İntihal Analiz Programına yükleme yapılırken Dosya Başlığı (document title) olarak **tez başlığının tamamı**, Yazar Adı (author's first name) olarak **öğrencinin adı**, Yazar Soyadı (author's last name) olarak **öğrencinin soyadı** bilgisini yazınız.

TEŞEKKÜR

Tezimin fikir, oluşum, geliştirme, uygulama ve raporlama bölümlerinde daima yanımda olan, benimle değerli zamanını, yaratıcı fikirleri paylaşan, olumlu düşünceleri ile beni motive eden, güler yüzü ile tüm sorularımı cevaplayan değerli danışmanım Prof. Dr. Vesile YILDIZ DEMİRTAŞ'a teşekkür ederim.

Tezimin oluşum sürecinde yaptığı olumlu yönlendirmeler ile tezime katkı sağlayan, fikirlerini, deneyimlerini ve desteğini paylaşan değerli hocam Doç. Dr. Alev GİRLİ'ye teşekkür derim.

Tezimin tüm süreçlerinde manevi olarak yanımda olan, sorularımı sabır ile dinleyen ve bilgilerini her zaman benimle paylaşan değerli meslektaşım Filiz KARADAĞ'a teşekkür ederim.

Tezimi oluşturma sürecinde yaşadığım yoğunluk ve stres durumlarını azaltan, fikirlerimi saygı ile dinleyen sevgili eşim Gökhan TUNALI'ya teşekkür ederim.

Değerli desteklerini, zamanlarını, ilgi ve sevgilerini her zaman hissettiğim, tüm gelişimlerimi canı gönülden desteklen sevgili annem Hülya DOĞMAZ'a ve sevgili babam Zihni DOĞMAZ'a teşekkür ederim.

Tezimde kullanacağım teknolojik cihazları temin eden Apple İzmir Distribütörlüğüne ve sevgili arkadaşım Gülser VARDARCI KAÇAR'a teşekkür ederim.

Son olarak, uzaktan eğitim sürecinde uzmanlık alan dersini ve seminer dersini kucağımda dinleyen, bilgisayarda çalışmam gerektiğinde anlayışla karşılayıp uslu duran ve kendi oyuncakları ile ilgilenen sevgili oğlum Teoman TUNALI'ya teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET x

ABSTRACT xii

BÖLÜM I 1

GİRİŞ 1

1.1. Problem Durumu 1
1.2. Amaç ve Önem 3
1.3. Problem Cümlesi 7
1.3.1. Alt Problem Cümleleri 7
1.4. Sınırlılıklar 8

BÖLÜM II 9

KURAMSAL ÇERÇEVE 9

2.1. Özel öğrenme Güçlüğü Nedir? 9
2.1.1. Okuma Güçlüğü (Disleksi) 12
2.1.2. Yazma Güçlüğü (Disgrafi) 13
2.1.3. Aritmetik Güçlüğü (Diskalkuli) 14
2.2. Sayı Hissi 21
2.2.1. Sayı Hissinin Bileşenleri 25
2.2.2. Sayı Hissi Öğretilebilir mi? 26
2.2.3. Türkiye'deki Matematik Öğretim Programlarında Sayı Hissi 27
2.3. Matematiksel Üstbilişsel Farkındalık 27
2.4. Öz- yeterlik 29
2.5. Bilgisayar Destekli Öğretim 30
2.5.1. Bilgisayar Destekli Öğretim'in Faydaları 31
2.5.2. Bilgisayar Destekli Öğretimde Dijital Oyunların Yeri 31
2.6. Normal Gelişim Gösteren ve Özel Gereksinimli Öğrencilerle Yapılmış Sayı Hissine Yönelik Çalışmalar 33
2.7. Normal Gelişim Gösteren ve Özel Gereksinimli Öğrencilerle Yapılmış Matematiksel Üstbiliş Farkındalığa Yönelik Çalışmalar 41

BÖLÜM III 44

YÖNTEM 44

3.1. Araştırmanın Modeli 44
3.2. Çalışma Grubu 44
3.3. Veri Toplama Süreci ve Araçları 46
3.3.1. Veri Toplama Araçları 46
3.3.2. Veri Toplama Süreci 58
3.4. Uygulama Süreci 59
3.4.1. Bilgisayar Destekli Matematik Programı Hazırlama Süreci 59
3.5. Verilerin Analizi 58
3.6. Araştırmanın Geçerliği ve Güvenirliği 59
3.7. Araştırmacının Rolü 59
BÖLÜM IV 60
BULGULAR 60
4.1. Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi Programının Özel Öğrenme Güçlüğü Olan Öğrencilerin Sayı Hissi Becerisi Üzerine Etkisine İlişkin Nicel Bulgular 60
4.1.1. Deney Ve Kontrol Gruplarında Yer Alan Öğrencilerin Sayı Hissi Ön Test Puanlarına İlişkin Bulgular 60
4.1.2. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Hissi Ön Test-Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular 61
4.1.3. Deney Grubundaki Öğrencilerin Sayı Hissi Son Test ve İzleme Testi Puanları Arasındaki Farklılığa İlişkin Bulgular 61
4.1.4. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kalıcılık Testi 3 İle Hatırlatıcı Dersler Sonrası Sayı Hissi Test Puanları Arasındaki Farklılığa İlişkin Bulgular 62
4.1.5. Deney Grubundaki Öğrencilerin Hatırlatıcı Dersler Sonrası Sayı Hissi Test Puanları İle Kalıcılık Testi 4 Puanları Arasındaki Farklılığa İlişkin Bulgular 63
4.1.6. Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Hissi Ön Test-Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular 64
4.1.7. Deney Ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Hissi Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular 65
4.1.8 Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Hissi Ön Test ve Son Test Performansları İçin Tanımlayıcı İstatistiklere Yönelik Bulgular 65
4.2. Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi Programının Özel Öğrenme Güçlüğü Olan Öğrencilerin Matematiksel Üstbiliş Farkındalıkları Üzerine Etkisine İlişkin Nicel Bulgular 69

4.2.1. Deney Ve Kontrol Gruplarında Yer Alan Öğrencilerin Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Ön Test Puanlarına İlişkin Bulgular 69

4.2.2. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Ön Test-Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular 69

4.2.3. Deney Grubundaki Öğrencilerin Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Son Test Ve İzleme Testi Puanları Arasındaki Farklılığa İlişkin Bulgular..... 70

4.2.4 Deney Grubundaki Öğrencilerin Kalıcılık Testi 3 İle Hatırlatıcı Dersler Sonrası Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Test Puanları Arasındaki Farklılığa İlişkin Bulgular 71

4.2.5. Deney Grubundaki Öğrencilerin Hatırlatıcı Dersler Sonrası Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Test Puanları İle Kalıcılık Testi 4 Puanları Arasındaki Farklılığa İlişkin Bulgular..... 72

4.2.6. Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Ön Test-Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular 73

4.2.7. Deney Ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular 74

4.2.8. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Ön Test ve Son Test Performansları İçin Tanımlayıcı İstatistiklere Yönelik Bulgular 74

4.3. Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi Programının Özel Öğrenme Güçlüğü Olan Öğrencilerin Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Algısı Üzerine Etkisine İlişkin Nicel Bulgular 76

4.3.1. Deney Ve Kontrol Gruplarında Yer Alan Öğrencilerin Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Algısı Ön Test Puanlarına İlişkin Bulgular 76

4.3.2. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Algısı Ön Test-Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular 77

4.3.3. Deney Grubundaki Öğrencilerin Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Algısı Son Test ve İzleme Testi Puanları Arasındaki Farklılığa İlişkin Bulgular..... 77

4.3.4. Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Algısı Ön Test-Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular..... 79

4.3.5. Deney Ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Algısı Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular..... 79

4.3.6. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Ön Test ve Son Test Performansları İçin Tanımlayıcı İstatistiklere Yönelik Bulgular 80

4.3.7. Deney Grubunda Yer Alan Özel Öğrenme Güçlüğü Olan Öğrencilerin Sayı Hissi, Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Ve Öz yeterlik Algılarındaki Değişimlere Ait Bulgular 81

4.4. Bilgisayar destekli matematik öğretimi programının sosyal geçerliliğine ilişkin bulgular 82

4.4.1. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Program ile İlgili Görüşlerine İlişkin Bulgular 83

4.4.2. Öğretmenlerin Program ile İlgili Görüşlerine İlişkin Bulgular 85

4.4.3. Ebeveynlerin Program ile İlgili Görüşlerine İlişkin Bulgular 86

BÖLÜM V 87

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER 87

5.1. Sonuç 87

5.2. Tartışma 90

5.3. Öneriler 98

KAYNAKÇA 100

EKLER 115

EK 1. 115

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Sayı Hissinin Gelişimi 24
Tablo 2. Ön ve Son Test Kontrol Gruplu Desen 44
Tablo 3. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Demografik Bilgileri 45
Tablo 4. Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Demografik Bilgileri 46
Tablo 5. Grupların Kümeleme Analizinde Elde Edilen Weber Kesri Ortalamaları 47
Tablo 6. Çalışma Grubunda Yer alan Öğrencilerin Hesaplama Performansı Puan Ortalamaları 48
Tablo 7. Ortaokul Öğrencilerine Uygulanan Üç Aşamalı Sayı Hissi Testinin Madde Analizi Sonuçları 51
Tablo 8. Üç Aşamalı Sayı Hissi Testinde Yer Alan Soruların Güçlük Düzeyleri 52
Tablo 9. Üç Aşamalı Sayı Hissi Testi Puanlama Tablosu 55
Tablo 10. Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Ölçeği'nin Cronbach Alpha Güvenirlik Katsayısı 56
Tablo 11. Sayı Duyusuna Yönelik Özyeterlik Ölçeği Alt Bileşenleri ve Örnek Maddeleri 57
Tablo 12. Bilgisayar Destekli Matematik Programı 60
Tablo 13. Pilot Uygulama Çalışma Grubu Demografik Bilgileri 62
Tablo 14. Bilgisayar Destekli Matematik Programının Uygulama ve Takibine Dair Zaman Çizelgesi 57
Tablo 15. Deney Ve Kontrol Gruplarında Yer Alan Öğrencilerin Sayı Hissi Ön Test Puanları Mann Whitney U Testi Analizi 60
Tablo 16. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Hissi Ön Test-Son Test Puanları Wilcoxon Testi Analizi 61
Tablo 17. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Hissi Son Test Ve İzleme Testi Puanları Wilcoxon Testi Analizi 62
Tablo 18. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Kalıcılık Testi 3 Ve Hatırlatıcı Dersler Sonrası Sayı Hissi Test Puanları Wilcoxon Testi Analizi 63
Tablo 19. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Hatırlatıcı Dersler Sonrası Sayı Hissi Test Puanları Ve Kalıcılık Testi 4 Wilcoxon Testi Analizi 63
Tablo 20. Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Hissi Ön Test-Son Test Puanları Wilcoxon Testi Analizi 64
Tablo 21. Deney Ve Kontrol Gruplarında Yer Alan Öğrencilerin Sayı Hissi Son Test Puanları Mann Whitney U Testi Analizi 65

Tablo 22. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Üç Aşamalı Sayı Hissi Ön Test ve Son Test Performansı İçin Tanımlayıcı İstatistikler 65
Tablo 23. Deney Ve Kontrol Gruplarında Yer Alan Öğrencilerin Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Ön Test Puanları Mann Whitney U Testi Analizi 69
Tablo 24. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Ön Test-Son Test Puanları Wilcoxon Testi Analizi 70
Tablo 25. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Son Test Ve İzleme Testi Puanları Wilcoxon Testi Analizi 70
Tablo 26. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Kalıcılık Testi 3 Ve Hatırlatıcı Dersler Sonrası Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Test Puanları Wilcoxon Testi Analizi 72
Tablo 27. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Hatırlatıcı Dersler Sonrası Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Test Puanları ve Kalıcılık Testi 4 Wilcoxon Testi Analizi 72
Tablo 28. Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Ön Test-Son Test Puanları Wilcoxon Testi Analizi 73
Tablo 29. Deney Ve Kontrol Gruplarında Yer Alan Öğrencilerin Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Son Test Puanları Mann Whitney U Testi Analizi 74
Tablo 30. Deney grubundan Elde edilen Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Ön Test ve Son Test Performansları için Tanımlayıcı İstatistikler 75
Tablo 31. Deney Ve Kontrol Gruplarında Yer Alan Öğrencilerin Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Algısı Ön Test Puanları Mann Whitney U Testi Analizi 76
Tablo 32. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Algısı Ön Test-Son Test Puanları Wilcoxon Testi Analizi 77
Tablo 33. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Algısı Son Test ve İzleme Testi Puanları Wilcoxon Testi Analizi 78
Tablo 34. Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Algısı Ön Test-Son Test Puanları Wilcoxon Testi Analizi 79
Tablo 35. Deney Ve Kontrol Gruplarında Yer Alan Öğrencilerin Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Algısı Son Test Puanları Mann Whitney U Testi Analizi 80
Tablo 36. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Ön test ve Son Test Tanımlayıcı İstatistikleri 80
Tablo 37. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Program İle İlgili Olumlu ve Olumsuz Görüşlerine İlişkin Verilerin Analizi 83

Tablo 38. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Programın Yeni ve Eski ile İlgili Görüşlerine İlişkin Verilerin Analizi..... 83
Tablo 39. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Programın Matematik ile İlişkili ve Matematik ile İlişkili Değil Görüşlerine İlişkin Verilerin Analizi..... 84
Tablo 40. Özel Eğitim Öğretmenlerinin Program ile İlgili Olumlu ve Olumsuz Görüşlerine İlişkin Verilerin Analizi..... 85
Tablo 41. Ebeveynlerin Program ile İlgili Olumlu ve Olumsuz Görüşlerine İlişkin Verilerin Analizi..... 86

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Sayısal Bilişin Dört Adımlı Gelişimsel Modeli 18
Şekil 2. Matematik Öğrenme Güçlüğü 'nün Kendini Gösterebileceği Potansiyel Faktörler ve Farklı Seviyeler 19
Şekil 3. Panamath Testi Ekran Görüntüsü 47
Şekil 4. Hesaplama performansı testinden bir kesit 48
Şekil 5. Üç Aşamalı Sayı Hissi Testi Örnek Madde 53
Şekil 6. Örnek Ders Planı 63
Şekil 7. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Hissi, Matematiksel Üstbiliş Farkındalık ve Özyeterlik Puanlarının Grafiği 82

ÖZET

BİLGİSAYAR DESTEKLİ MATEMATİK ÖĞRETİMİNİN ÖĞRENME GÜÇLÜĞÜ OLAN ÖĞRENCİLERİN SAYI HİSSİ, MATEMATİKSEL ÜSTBİLİŞ FARKINDALIK VE ÖZ YETERLİLİK ALGISI ÜZERİNDEKİ ETKİLİLİĞİ

Aritmetiksel beceriler günlük yaşamımızın her köşesini doldurmaktadır. Zamanımızı ve parasal kaynaklarımızı bütçelemek, takvimleri okumak, bir adres bulmak ve hatta bir tarifi takip etmek, temel aritmetik becerilerimize olan bağımlılığımızın örnekleridir (Shalev,2004). Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrenciler, günlük yaşam içerisindeki aritmetiksel gereksinimleri ve onların ilişkili durumlarını organize etmekte sorun yaşamaktadır. Matematik öğrenme güçlüğü, normal veya normalüstü zekaya, duyusal istikrara, eğitsel fırsatlara ve motivasyona rağmen aritmetik becerilerin edinimini etkileyen netice olarak bireyin başarısının beklenen performans düzeyinin altında kalması olarak kendini gösteren özel bir öğrenme güçlüğü olarak tanımlanmaktadır (Butterworth, 2018; Von Aster ve Shalev, 2007). Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerde matematiksel gerçekleri hatırlamada eksiklik, olgunlaşmamış strateji kullanımı, gelişmemiş bir sayı duyusu, başarıya karşı edinilen olumsuz yargılar ve inançlar karakterize hale gelmiştir (Geary, 2004). Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin karakteristik özellikleri incelendiğinde, sayı hissi, matematiksel üstbiliş farkındalık ve öz yeterlik kavramlarınnın bu öğrencilerin gelişimini etkileyen önemli değişkenler olduğu görülmüştür. Buna rağmen alanyazında öğrenme güçlüğü olan öğrenciler ile yapılmış bu değişkenleri inceleyen yeterli çalışma bulunmamaktadır.

Sayı hissi, nicelikleri hızlı bir şekilde kavrama, bunların yaklaşık büyüklüklerini belirleme ve bunlarla akıcı işlemler yapabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Dehaene, 2011). Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin ilkel stratejileri kullanmaya devam etmeleri üstbilişsel stratejileri kullanmadaki yetersizliklerinden kaynaklanmaktadır. Üstbiliş, bireyin bilişsel süreçler hakkındaki bilgisi ve aynı zamanda bireylerin bir öğrenme sürecinden geçerken gerçekleştirilen bilişsel süreçleri kontrol etme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Swanson, 1990). Öz yeterlik ise, kişinin belirlenmiş hedeflere ulaşmak için eylem planlarını düzenleme ve yürütme konusundaki yeteneklerine ilişkin kişisel yargıları olarak tanımlanmaktadır (Bandura, 1997).

Alanyazın incelemesi sonucu, özel öğrenme güçlüğü olan öğrecilerin dikkat, isteklilik ve odaklanma süreleri gibi özellikleri göz önünde bulundurulduğunda bu çocuklar ile yürütülmesi planlanan çalışmada, teknolojik materyallerin kullanımının daha uygun olacağı

kararına varılmıştır. Alanyazından elde edilen bulgular neticesinde bu araştırmanın amacı bilgisayar destekli matematik öğretiminin öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi, matematiksel üstbiliş farkındalık ve öz yeterlik algısı üzerindeki etkililiğinin incelenmesi olarak belirlenmiştir.

Araştırma, nicel araştırma yöntemlerinden yarı deneysel desenlerden ön ve son test kontrol gruplu desen üzerinden planlanmıştır. Araştırmacı yapay bir grup oluşturamadığında deney ve kontrol grubunu belirleyebilmek için deneysel işlemini yarı deneysel desende yürütmektedir (Creswell, 2017). Uygulanan programın kalıcılığını ve günlük yaşamdaki yansımalarını görmek amacı ile araştırma boylamsal olarak ele alınmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu İzmir ilinde ortaokula devam eden (5 ile 8. Sınıf düzeyleri arası), matematik öğrenme güçlüğü olan öğrenciler oluşturmaktadır. Çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin belirlenmesinde Panamath algısal tahmin testi ve hesaplama performansı testi kullanışmıştır. Araştırma sürecinde, 17 öğrenci deney, 17 öğrenci kontrol gruplarında olmak üzere toplam 34 öğrenci ile çalışılmıştır.

Araştırmada veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen üç aşamalı sayı hissi testi (α=.744), Kaplan ve Duran (2016) tarafından geliştirilen matematiksel üstbiliş farkındalık ölçeği (α=.905) ve Ulusoy ve Şahiner (2017) tarafından geliştirilen sayı duyusuna yönelik öz yeterlik ölçeği (α=.820) kullanılmıştır. Çalışmanın sosyal geçerliğini belirlemek amacıyla Çocuklara, Öğretmenlere ve Ebeveynlere Yönelik Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formları kullanılmıştır. Nicel verilerin analizinde SPSS 23 paket programı kullanılmıştır. Sosyal geçerlilik verileri nitel veri analizi yöntemlerinden biri olan tümevarım tekniği ile analiz edilmiştir.

Çalışma bulguları, bilgisayar destekli matematik öğretimi sonrası deney grubundaki öğrencilerin sayı hissi, üstbilişsel farkındalık ve öz yeterlik algısı bakımından geliştiğini göstermektedir. İlaveten görüşme bulguları çalışmada sosyal geçerliliğin sağlandığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Matematik öğrenme güçlüğü, sayı hissi, matematiksel üstbiliş farkındalık, öz yeterlik

ABSTRACT

THE EFFECTIVENESS OF COMPUTER ASSISTED MATHEMATICS INSTRUCTION ON NUMBER SENSE, MATHEMATICAL METACOGNITION AWARENESS AND SELF-EFFICACY PERCEPTION OF STUDENTS WITH LEARNING DISABILITY

Arithmetic skills fill every corner of our daily life. Budgeting our time and financial resources, reading calendars, finding an address, and even following a recipe are examples of our dependence on our basic arithmetic skills (Shalev, 2004). Students with mathematics learning difficulties have problems in organizing their arithmetic needs and their related situations in daily life. Mathematics learning disability is defined as a specific learning disability that manifests itself as the achievement of the individual being below the expected performance level as a result of affecting the acquisition of arithmetic skills despite normal or high intelligence, sensory stability, educational opportunities and motivation (Butterworth, 2018; Von Aster & Shalev, 2007). Lack of remembering mathematical facts, use of immature strategies, an underdeveloped number sense, negative judgments and beliefs about success have become characterized in students with mathematical learning disability (Geary, 2004). When the characteristics of students with mathematics learning disability were examined, it was seen that the concepts of number sense, mathematical metacognition awareness and self-efficacy were important variables affecting the development of these students. Despite this, there are not enough studies in the literature.

Number sense is defined as the ability to quickly grasp quantities, determine their approximate size, and perform fluent operations with them (Dehaene, 2011). Continuing to use primitive strategies of students with mathematics learning disability is due to their inability to use metacognitive strategies. Metacognition is defined as an individual's knowledge of cognitive processes, as well as the ability of individuals to control cognitive processes while going through a learning process (Swanson, 1990). On the other hand, self-efficacy is defined as a person's personal judgments regarding their ability to organize and execute action plans to achieve determined goals (Bandura, 1997).

As a result of the literature review, it was decided that the use of technological materials would be more appropriate in the study planned to be conducted with these children, considering the characteristics such as attention, willingness and focus time of students with special learning disabilities. As a result of the findings obtained from the literature, the aim of

this study was determined as examining the effectiveness of computer-assisted mathematics teaching on the number sense, mathematical metacognition awareness and self-efficacy perception of students with learning disabilities.

The research was planned through the pre-test and post-test control group design, one of the quantitative research methods, quasi-experimental designs. When the researcher cannot create an artificial group, he carries out the experimental process in a quasi-experimental design in order to determine the experimental and control groups (Creswell, 2017). In order to see the permanence of the applied program and its reflections in daily life, the research was handled longitudinally. The study group of the research consists of students with mathematical learing disability who attend secondary school (between 5th and 8th grades) in Izmir. Panamath perceptual estimation test and computational performance test were used to determine the students forming the study group. During the research process, a total of 34 students were studied, 17 of which were in the experimental group and 17 in the control group.

Three-tier number sense test (α=.744) developed by the researcher, mathematical metacognition awareness scale (α=.905) developed by Kaplan and Duran (2016) and number sense self-efficacy scale (α=.820) developed by Ulusoy and Şahiner (2017) was used as data collection tool in the research. Semi-structured Interview Forms for Children, Teachers and Parents were used to determine the social validity of the study. SPSS 23 package program was used in the analysis of quantitative data. Social validity data were analyzed by induction technique, which is one of the qualitative data analysis methods.

The results of the study show that the students in the experimental group improved in terms of number sense, metacognitive awareness and self-efficacy perception after computer assisted mathematics teaching. In addition, interview findings show that social validity was ensured in the study.

Keywords: Mathematical Learning disability, number sense, mathematical metacognition awareness, self efficacy.

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Problem Durumu

Etrafımız sayılarla çevrelenmektedir. Kredi kartına kazınmış, madeni paralara basılmış, bilgisayarlı hesap tablolarına hizalanmış sayılar hayatımızı yönetmektedir. Teknolojinin kalbinde yine sayılar bulunmaktadır. Sayılar olmadan, güneş sistemini dolaşan roketler gönderilemez, akarsular üzerine köprüler kurulamaz, alışveriş yapılamaz veya faturalarımızı ödeyemezdik.

Sayılar, sümerler tarafından tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin takibi için oluşturulmuştur (Unat, 2015). Sayıların keşfi kültürel faaliyetlerden kaynaklanıyor gibi görünsede sayıların kökleri çok daha derinlerde bulunmaktadır. Babilli bilim adamları, astronomik tabloları şaşırtıcı doğrulukta hesaplamak için akıllı sayısal gösterimleri binlerce yıl önce kullanmaktaydılar. Onlardan da onbinlerce yıl önce, Neolitik insanlar ilk yazılı sayıları, kemik oymacılığı veya mağara duvarlarına noktalar boyayarak ifade etmekteydiler. Milyonlarca yıl önce, insanlığın doğuşundan çok önce hayvanlar zaten sayıları kaydetmekte ve basit zihinsel hesaplamaları yapmaktaydılar (Dehaene, 2011). O halde sayılar neredeyse hayatın kendisi kadar eski olabilir mi?

Hepimizin sayıları ve matematiği anlamlandırmaya yardımcı olan özel bir sezgiye "sayı hissine" sahip olarak dünyaya geldiğimiz düşünülmektedir (Feigenson, Dehaene ve Spelke, 2004). Bunun gerekçesi olarak, tüm dillerde oluşturulmuş sayı adlarının varlığı, çarpım tablosunda yediler ve sonrasının ezberlenirken herkes tarafından yaşanan ortak güçlük ve bir bakışta dörtten fazla nesneyi algılayamama durumumuz gösterilmektedir. Doğuştan getirilen sayı hissi becerisi bebeklikten itibaren aktif bir şekilde kullanılmaktadır. İnsan beyni aritmetik problemleri hesaplayıp çözerken, aktif devrelerini görselleştirebilecek işlevsel götüntüleme araçlarını kullanmaktadır. Yani bebekler de "1+1" kavramını oluşturabilmektedir (Mehler ve Bever, 1967).

Dehaene (2011) sayı hissini, nicelikleri hızlı bir şekilde kavrama, bunların yaklaşık büyüklüklerini belirleme ve bunlarla akıcı işlemler yapabilme yeteneği olarak tanımlamaktadır. Sayı hissi, matematik öğrenme güçlüğünün bir yordayıcısı olarak kabul edilmektedir (Jordan ve Hanich, 2003). Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrenciler, sayma, sayı sözcükleri, büyüklük karşılaştırma ve sayısal temsillerin uzamsal temsilleri gibi nicel yeterliklerle ilgili sorunlar yaşamaktadır (Kucian ve Von Aster, 2015). Bu durum çeşitli kökenlerden gelen beyin lezyonlarının, aritmetik yetenekler üzerinde yıkıcı ve bazen şaşırtıcı

derecede spesifik bir etkiye sahip olmasından kaynaklanmaktadır (Landerl, Bevan & Butterworth, 2004). Daha önceki çalışmalarda matematik öğrenme güçlüğü olan öğrenciler ile sayıları yazma, sayıları büyüklüklerine göre karşılaştırma, miktarları karşılaştırma gibi temel becerilere yönelik programların geliştirildiği görülmektedir (Halberda, Mazzacco & Feigenson, 2008; Landerl, Bevan & Butterworth, 2004; Butterworth & Laurillard, 2010). Geleneksel müdahalelerin sayı hissi zayıf olan öğrenciler üzerinde tam olarak etkili olmaması, araştırmacıları farklı eğitsel müdahale tekniklerine yöneltmektedir (Berch, 2005). Thomas ve Brown (2011), öğretmenin bilgiyi sunduğu geleneksel öğrenme yöntemlerine alternatif olan, oyun ve hayal gücü yoluyla çocukların kişisel deneyimleri neticesinde oluşan yeni bir öğrenme kültürünü tanımlamaktadır. Oyun ile öğrenme, bilgi aktarımı yoluyla değil, sorgulama eylemi ve tutkulu bir öğrenme ortamı ile gerçekleşmektedir (Sturken, Thomas ve Ball-Rokeach, 2004). Dijital oyunlar, öğrencilere sürükleyici ve yaratıcı ortamlar sağlamaktadır. Alanyazında, sayı hissinin bilgisayar tabanlı öğretim yöntemleri kullanılarak geliştirilebildiğine dair araştırmalar mevcuttur (Kucian ve ark., 2011; Kuhn & Holling, 2014). Araştırmalarda Bingo, Sayı yarışı gibi dijital oyunların kullanılarak sayı hissini geliştirmeye odaklanıldığı görülmüştür (Sarı ve Olkun, 2020; Laurillard, 2016). Sayı hissini geliştirmeye yönelik yapılmış çalışmaların sonuçları, bilişsel eğitimde dijital teknolojinin kullanılmasının olumlu etkileri olduğunu göstermektedir. Dijital oyunların çocukların sayısal gelişimleri ve matematik başarıları üzerindeki olumlu etkileri göz önünde bulundurularak, mevcut çalışmada sayı hissini geliştirmek için teknoloji destekli eğitimden yararlanılacaktır (Fischer, Moeller, Bientzle, Cress ve Nuerk 2011; Fischer ve ark., 2015; Kucian ve ark., 2011; Baschera, Kohn, Kucian, Richtmann, Grond, Gross ve von Aster, 2013).

Eğitsel dijital oyunlar ilgi çekici olmalarının yanı sıra öğrencilere bilgiyi keşfetme ve kendi stratejilerini oluşturma imkânı sunmaktadır. Oyunlardaki görevler, birden çok stratejinin kullanımını, bu stratejilerin ne zaman, neden ve nasıl kullanılması gerektiğini yani üstbilişsel strateji bilgisini içermektedir. Üstbilişsel hedef bilgisi, öğrencilerin belirli görevler ve durumlarla karşı karşıya kaldıklarında ne tür hedefleri takip etmeleri gerektiği ve bunların sıralamasını da içermektedir. Üstbiliş, Öğrencilerin matematiği nasıl öğrendiğini veya gerçekleştirdiğini etkilemektedir. Özel öğrenme güçlüğü olan öğrenciler, problem çözme hedeflerine ulaşmak için kullanılan adımları ve prosedürleri izleme ve düzenleme becerisinde yetersizlik göstermektedir (Vaidya, 1999). İlaveten öğrencilerin öz yeterlik algıları da, bir görevi başarı ile tamamlama durumlarını, davranışlarını ve değişkenleri kontrol edebilme kapasitelerini etkilemektedir (Ulusoy, 2020). Özel öğrenme güçlüğü olan öğrenciler, zorlu görevler karşısında çabuk vazgeçmekte ve güçlükleri aşmak için gerekli olan yeterli çabayı

göstermemektedir. Öz yeterlik ve üstbilişsel farkındalık öğrencilerin bilgi ve teknolojiden yararlanma ve bilgi üretme esasında kullanmaları gereken önemli bireysel özelliklerdir (Oğuz ve Kalender, 2018). Bu nedenle, Dijital oyunlar ile desteklenen bilgisayar temelli matematik öğretim programından yararlanılarak öğrencilerin sayı hissi becerisinin yanında matematiksel üstbilişsel farkındalıklarının ve sayı hissine yönelik öz yeterlik algılarının geliştirilmesi hedeflenmektedir.

Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrenciler için sayı hissi, matematiksel üstbiliş farkındalık ve öz yeterlik algılarının kritik bir öneme sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, matematik öğrenme güçlüğü olan öğencilerle yönelik hazırlanacak sayı hissiyle bağlantılı bilgisayar destekli matematik programlarının gerekliliğini göstermektedir. Hazırlanacak olan programlar, ilgili alanyazın ışığında alana önemli katkılar sağlayacaktır.

1.2. Amaç ve Önem

Alanyazında yer alan birçok çalışmada sayı hissi ile matematik başarısı arasındaki ilişki araştırılmıştır (Holloway & Ansari, 2009; Halberda, Mazzocco, & Feigenson, 2008; Yang, Li ve Lin, 2007; Jordan, Kaplan, Nabors Olah, & Locuniak, 2006). Bu araştırmalarda sayı hissinin matematik başarısı ile yüksek düzeyde ilişkili olduğu belirtilmiştir. Örneğin, Erken çocukluk döneminde genel zekayı inceleyen boylamsal bir çalışmada altı aylık bebek ile üç buçuk yaşındaki çocukların sayı hissi gelişmişlikleri ile matematik becerileri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur (Star, Libertus ve Brannon, 2013). Alanyazında sayı hissini geliştirmeye yönelik yapılmış araştırmaların büyük kısmını okul öncesi çocukları ile yapılan araştırmaların oluşturduğu görülmüştür (Sood ve Jitendra, 2013; Jordan, Glutting, Dyson, Hassinger-Das ve Irwin, 2012; Dyson, Jordan ve Glutting, 2013; Arnold, Fisher, Doctoroff ve Dobbs, 2002). Okul öncesi dönemde sayı hissi gelişimi matematik başarısının bir yordayıcısı olarak önemlidir. Diğer yandan, diğer ileri yaş grubu öğrencilerin, gerçek yaşam durumlarıyla nicelikleri ilişkilendirme, ayrıştırma ve gruplandırma yapmalarını sağlayan sayı hissi gelişimleri önemlidir. Aritmetik hesaplamaları kolaylaştırmak ve basitleştirmek için işlemlerin değişme, birleşme ve dağılma özelliklerini kullanmalarına yönelik beceriler geliştirmeleri de yine sayı hissi gelişimleri ile ilişkilidir. Bu sebeple, Sayı hissiyle ilgili araştırmaların yaş aralığının genişletilmesi ve her yaş aralığında sayı hissi gelişimin desteklenmesi, öğrencilerin günlük yaşam bağlamındaki matematik durumlarında başarı göstermelerine önemli katkılar sağlayacaktır.

Matematik öğrenme güçlüğü ile sayı hissi arasında önemli bir ilişki olmasına rağmen, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hislerini geliştirmeye yönelik yeterli

müdahale çalışması bulunmamaktadır. Bu çocuklarla yapılmış az sayıda çalışmanın, sayı hissi ile çeşitli parametreler arasındaki ilişkileri saptayan veya var olan sayı hissi düzeyini ölçmeyi hedefleyen araştırmalar olduğu görülmüştür (Wong, Ho ve Tang, 2017; Yang, 2003). Her öğrencinin sayısal beceriler geliştirme serüveni benzersiz ve kendilerine özgüdür. Özellikle matematik öğrenme güçlüğü olan öğrenciler için bu serüven aşılması gereken pek çok engebeyi içermektedir (Shalev, 2004). Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin, tipik gelişim gösteren akranlarını sayısal beceriler açısından geriden takip etmesi, araştırmacıları, bu öğrencilerin öğrenme potansiyellerini arttıran ek öğrenme fırsatları sunmaya yöneltmektedir. Son araştırmalar ile matematik başarısının önemli bir yordayıcısı olan sayı hissi üzerine yoğunlaşılmaya başlanmıştır (Baroody, 2009). Alanyazın incelendiğinde, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrenciler için temel aritmetik becerileri destekleyen müdahale programlarına öncelik verildiği görülmektedir (Landerl, Bevan ve Butterworth 2004; Jordan ve Hanich 2003; Hanich, Jordan ve Kaplan, 2001). Diğer yandan, araştırmalar, öncelikle sayı hissi gelişimini hedeflemenin, öğrencileri, basamak değeri, parçadan tam sayıya birleştirme ve ayrıştırma, toplama ve çıkarmayı içeren temel aritmetik işlemler gibi daha karmaşık matematik kavramlarını öğrenmeye hazırladığını göstermektedir (Jordan, 2007; Van de Walle, 2003; Hunting, 2003). Daha genel bir ifade ile matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencileri, sayı hissini geliştirmeye yönelik hazırlanmış programlar ile desteklemek, bu öğrencilerin temel matematiksel özellikleri anlamasını kolaylaştıracaktır. Birkaç saniye içinde çok çeşitli matematiksel prosedürleri gerçekleştirebilen teknolojik cihazlar bile sayı hissinden yoksun oldukları için gerçek yaşamda bilinçli kararlar vermek için gerekli olan matematiksel sonuçları yorumlayamamaktadır (Fuson, 1992). Bu sebeple, Sayı hissi gelişimi, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin uzun süreli matematik başarısı için oldukça önemlidir (Whyte and Bull, 2008).

Aritmetik bilginin kökenini oluşturan sayı hissi ve üst düzey düşünme olarak ifade edilen üstbiliş, birbiriyle ilişkili iki kavramdır (Yang, Li ve Lin, 2008). Üstbilişsel becerilerin gelişimine katkı sağlayan iyi bir zihinsel hesaplama ve tahmin yeteneği aynı zamanda sayı hissinin varlığını kanıtlayan ve gelişimini destekleyen bir beceridir. Zihinsel hesaplama ve tahminin, bir problem çözme yaklaşımı olduğunu düşünürsek, öğrencilerin sayı hissi bileşenlerinden yararlanarak kendi üstbilişsel stratejilerini oluşturduğunu söyleyebiliriz. Probleme uygun strateji geliştiren öğrenciler, kural temelli stratejileri kullanmak yerine bilişsel aktiviteleri gözden geçirmekte ve üst düzey düşünme becerileri sergilemektedir (Tsao, 2004). Sayı hissi, öğrencinin bilgisi, becerisi, problemin yapısı, problemi çözmeye yönelik performansı arasındaki karmaşık bir etkileşime bağlı olsa da, üstbilişde olduğu gibi esnek

düşünmeye katkı sağlayan bir akıl yürütme becersinide içermektedir (Pilmer, 2008). Gelişmiş bir sayı hissine sahip öğrencilerin problem çözme etkinliklerinde bağlantılar oluşturmasının, sayı hissi gelişiminin üstbiliş ile birlikte olduğunun kanıtı olarak belirtilmektedir (Anghileri, 2006). Kişinin kendi bilişsel etkinlikleri hakkında tahminde bulunabilmesi, süreci gözlemleyebilmesi ve değerlendirebilmesi, duruma uygun yeni stratejiler belirleyebilmesi gibi üstbiliş kapsamında yer alan süreçlerin benzerleri sayı hissinin gelişiminde gözlenmektedir (Çekirdekçi, Şengül ve Doğan, 2018). Dolayısıyla, Sayı hissini geliştirmeye yönelik hazırlanmış bir program ile üstbilişsel farkındalığın incelenmesi, bu iki kavram arasındaki ilişkinin pekiştirilmesi açısından önemlidir. Bu iki kavramın öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin gelişimi açısından incelenmesi alanyazında yapılmış ilk çalışmalardan birisi olacaktır.

Üstbilişsel öz değerlendirmeler öğrencinin bir görevi yerine getirme, problem çözme veya yeni beceriler edinme yeteneği ile ilişkilendirilmektedir. Üstbiliş bu yönü ile öz yeterlik ile benzerlik göstermektedir (Hartman, 2001). Araştırmacılar tarafından, üstbilişsel yargıların doğruluğunu arttırmanın, öğrenme veya görev performansında bir gelişmeye yol açtığı belirtilmektedir (Moore, Chang ve Smith, 2006; Kruger ve Dunning, 1999). Öz yeterlik, bir kişinin arzu edilen sonuca ulaşmak için kendinde oluşturduğu algılama yeteneğini ifade etmektedir (Bandura, 1986). Güçlü bir öz yeterlik dugusuna sahip öğrenciler, enerjilerini problemleri analiz etmeye ve çözmeye odaklayabilirken, öğrenme güçlüğü olan öğrenciler gibi zayıf bir öz yeterliliğe sahip olanlar, değerlendirilme endişesi yaşamakta, becerilerinden ve yetneklerinden şüphe duymakta ve problem çözme için çaba harcamadan önce başarısızlığı tahmin etmektedirler (Klassen, 2002). Bu tür olumsuz inançlar öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin stresini arttırmakta, bilişsel stratejileri etkin kullanmalarını engellemekte ve sonunda başarısız bir performan segilemelerine sebep olmaktadır. Özetle, öz yeterlik ve üstbiliş, öğrencilerin davranış ve performansları ile ilişkili oldukları ölçüde gelişimlerinde paralellik göstermektedir. Bu bilgiler ışığında, özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi gelişimleri incelenirken, aynı zamanda üstbilişsel farkındalık ve öz yeterlik algılarının da geliştirilmesinin ne kadar önemli olduğu görülmüştür. Özel öğrenme güçlüğü olan bir öğrencinin matematikte başarılı olabilmesi için, sayı hissi temelli stratejileri kullanmayı öğrenmesi, bu stratejileri kendisinin oluşturabilmesi için üstbilişsel farkındalığının gelişmesi ve bu stratejileri kullanabileceğine dair kendine olan inancının güçlenmesi yani öz yeterlik algısının artması gerekmektedir. Bu nedenle bu araştırmada özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi, matematiksel üstbiliş farkındalık ve sayı hissine yönelik öz yeterliklileri bir bütün olarak düşünülmüş ve çalışmanın değişkenleri olarak belirlenmiştir.

Çocuklar ve gençlerin, teknoloji ile doğuştan gelen bir ilişkileri varmış gibi görünmektedir. Son otuz yılda öğrenciler, medya ve araçları kullanma konusunda son derecede akıcıdırlar. Öyle ki Prensky (2001), öğrencileri "dijital yerliler" olarak tanımlamaktadır. Dijital oyunlar, sundukları keyifden dolayı küçük çocuklar için bile eğlenceli bir zaman geçirme aracı haline gelmiştir (Barlett, Anderson ve Swing, 2009). Dijital oyunların öğrenci zihniyetine uygunluğu ve matematiksel kavramlar gibi birçok konunun öğretimi için elverişli olması, onları cazip eğitim araçlarına dönüştürmektedir (Mayo, 2009). Öğrenciler, oyun aracılığı ile gerçekleştirilen öğrenme etkinliklere dikkatlerini daha fazla vermektedir. Ayrıca öğrencilerin eğitsel bilgisayar oyunları ile kazandırılmaya çalışılan kazanımları öğrenmeye çalışmak için daha fazla zaman harcadıkları ve bunun da öğrenme çıktılarını etkilediği daha önceki çalışmalarda gözlemlenmiştir (Tobias, Fletcher, Dai ve Wind, 2011). Dijital oyunlar, matematiksel kavramları, ilişkileri, stratejileri ve matematiksel gerçekleri öğrencilere keşfettirmek ve anlamlandırmak için etkili bir araçtır. Dijital oyunlar aracılığı ile matematiğin soyut kavramları ve gerçek yaşam durumları arasındaki bağlantılar kurulabilmektedir. Özellikle özel öğrenme güçlüğü olan öğrenciler, soyut kavramların öğreniminde ciddi zorluklar yaşamaktadır (Bryant, Bryant ve Hammill, 2000). Dijital oyunlarda kullanılan görseller, öğrenme güçlüğü olan öğrencilere matematiğin soyut simgeleri yerine gerçek yaşam durumlarında fark etmeden matematiği kullandıkları durumları çağrıştırmaktadır (Forgrave, 2002). Böylece özel öğrenme güçlüğü olan öğrenciler, tanıdık durumlar karşısında kendilerine olan inançlarını korumakta ve soruların çözümlerine ulaşmayı kolaylaştıral esnek stratejileri kullanmaya meyilli olmaktadır (Maccini, Gagnon ve Hughes, 2002). Bu sebepler neticesinde, özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi, matematiksel üstbilişsel farkındalık ve öz yeterlik algılarının geliştirilmesinde dijital oyunları içeren bilgisayar destekli bir öğretim programının kullanılmasının bu öğrenciler için faydalı olacağı düşünülmüştür.

Sonuç olarak, Mevcut araştırma ile hareketli etkinliklerden ve dijital oyunlardan yararlanılarak, ortaokul matematik programında yer alan sayı hissi kazanımlarını içeren bilgisayar destekli bir öğretim programının hazırlanması hedeflenmiştir. Müdahale programının ortaokul düzeyi matematik öğrenme güçlüğü olan öğrenciler ile gerçekleştirilmesi planlanmıştır. İlaveten hazırlanan programın, öğrencilerin sayı hissi, matematiksel üstbiliş farkındalık ve öz yeterlik algılarına yönelik etkililiğinin belirlenmesinin alana önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Alanyazından elde edilen bilgiler doğrultusunda, çalışmanın amacı,

Bilgisayar destekli matematik öğretiminin öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi, matematiksel üstbiliş farkındalık ve öz yeterlik algısı üzerindeki etkililiğini belirlemektir.

1.3. Problem Cümlesi

Araştırmanın problem cümlesi, bilgisayar destekli matematik öğretimi öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi, matematiksel üstbiliş farkındalık ve öz yeterlik algısı üzerinde etkili midir?

1.3.1. Alt Problem Cümleleri

1. Deney ve kontrol grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

2. Deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

3. Deney ve kontrol grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

4. Kontrol grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

5. Deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi son test ve kalıcılık test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

6. Deney ve kontrol grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalık ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

7. Deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalık ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

8. Deney ve kontrol grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalıkson test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

9. Kontrol grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalık ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

10. Deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalık son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

11. Deney ve kontrol grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı duyusuna yönelik öz yeterlik ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

12. Deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı duyusuna yönelik öz yeterlik ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

13. Deney ve kontrol grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı duyusuna yönelik öz yeterlik son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

14. Kontrol grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı duyusuna yönelik öz yeterlik ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

15. Deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı duyusuna yönelik öz yeterlik son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

16. Bilgisayar destekli matematik öğretimi programı sosyal geçerliği sağlamakta mıdır?

1.4. Sınırlılıklar

Bu araştırma, İzmir ilinde ortaokul düzeyinde öğrenim gören özel öğrenme güçlüğü olan çocuklar ile sınırlanmıştır.

Çalışma grubu oluşturan matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin belirlenmesinde kullanılan ölçme araçları Panamath algısal tahmin testi ve hesaplama performansı testi ile sınırlanmıştır.

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde özel öğrenme güçlüğü, sayı hissi, matematiksel üstbiliş farkındalık ve öz yeterlik konularındaki kuramsal çerçeve ile özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilere sayı hissini geliştirmeye yönelik programların uygulanmasına, özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi, matematiksel üstbiliş farkındalık ve öz yeterlik algılarının geliştirilmesine ve sayı hissi, matematiksel üstbiliş farkındalık ve öz yeterlik algısına yönelik alanyazına yer verilmiştir.

2.1. Özel öğrenme Güçlüğü Nedir?

Özel öğrenme güçlüğüyle ilgili ilk tıbbi olgu, 1676 yılında Johannes Schmidt'in felç nedeniyle okuma yeteneğini kaybetmiş (ancak yazma ve heceleme yeteneği korunmuş) bir yetişkini tanımlamasıyla ortaya çıkmıştır (Grigorenko, Compton, Fuchs, Wagner, Willcutt ve Fletcher, 2020). Bu konuya olan ilgi 1870'lerde felç veya travmatik beyin hasarı geçirmiş yetişkinlerden oluşan bir dizi vakanın yayınlanmasıyla yeniden ortaya çıkmıştır. Sonraki araştırmalar, beyin hasarı olmamasına ve matematikte başarılı olmalarına rağmen okumayı öğrenemeyen "kelime körlüğü" olarak adlandırılan çocuk vakalarını içeriyordu (Morgan, 1896). Bu vaka çalışmaları, tipik zekaya, motivasyona ve öğrenme fırsatına rağmen basılı kelimeleri okumayla ilgili belirli beklenmedik zorlukların sergilenmesine yönelik hedefli araştırmaların temelini atmıştır (Grigorenko ve ark., 2020).

Öğrenme güçlüğü'nün ilk resmi tanımı, Kirk ve Bateman (1962, s. 263) tarafından "Zekâ geriliği, duyusal yoksunluk, kültürel ve öğretimsel faktörlerin neticesinde olmayan, olası bir serebral işlev bozukluğundan, duygusal veya davranışsal bozukluklardan kaynaklanan psikolojik bir engelin sonucu olarak konuşma, dil, okuma, yazma, aritmetik veya diğer okul derslerinden bir veya daha fazlasında bir gerilik, bozukluk veya gecikmeli gelişme" şeklinde yapılmıştır. Bu tanım ile psikolojik süreç bozuklukları kavramı ilk kez ortaya konulmuştur. Bateman (1965, s. 220) tarafından sunulan tanım ile düşük başarı öğrenme güçlüğünün temel bir bileşeni olarak vurgulanmıştır. Bu tanım "öğrenme bozukluğu olan çocuklar, öğrenme süreçlerindeki temel bozukluklar ile ilişkili olarak, beklenen entelektüel potansiyelleri ile gerçek performans seviyeleri arasında eğitim açısından önemli bir farklılık gösterir. Bu duruma merkezi sinir sistemi işlev bozukluğu eşlik edebilir" şeklindedir. Bu tanımlamadan sonra öğrenme güçlüğü, beklenmedik bir öğrenme başarısızlığı olarak algılanmaya başlamıştır.

Ulusal Engelli Çocuklar Danışma Komitesi (NACHC) tarafından sunulan tanım ile yasal tanımın temeli oluşturulmuştur. "Özel (spesifik) öğrenme güçlüğü çeken çocuklar, sözlü ve yazılı dili anlama veya kullanma ile ilgili temel psikolojik süreçlerin bir veya daha fazlasında bir bozukluk sergiler. Bunlar dinleme, düşünme, konuşma, okuma, yazma, heceleme veya aritmetik bozukluklarında kendini gösterebilir. Ayrıca, algısal engeller, beyin hasarı, minimal beyin disfonksiyonu, disleksi, gelişimsel afazi, vb. olarak adlandırılan durumları içerir. Ancak, esas olarak görsel, işitsel veya motor engeller ile zihinsel gerilik, duygusal rahatsızlık veya çevresel dezavantajdan kaynaklanan öğrenme problemlerini içermez" (NACHC, 1968, s. 34).

Öğrenme Güçlüğü Ulusal Ortak Komitesi (NJCLD) tarafından yapılan tanım aşağıda verilmiştir.

Öğrenme güçlüğü, dinleme, konuşma, okuma, yazma, akıl yürütme veya matematiksel yeteneklerin kazanılması ve kullanılmasında önemli zorluklarla kendini gösteren heterojen bir grup bozukluğu ifade eden genel bir terimdir. Bu bozukluklar, bireye özgüdür ve merkezi sinir sistemi işlev bozukluğuna bağlı olduğu varsayılır. Öğrenme güçlüğü diğer engelleyici durumlarla (ör. Duyusal bozukluk, zeka geriliği, sosyal ve duygusal rahatsızlık) veya çevresel etkilerle (ör. Kültürel farklılıklar, yetersiz veya uygun olmayan öğretim, psikojenik faktörler) birlikte ortaya çıkabilse de, bu koşullardan veya etkilerden doğan doğrudan bir sonuç değildir. (NJCLD, 1981, s. 108)

Öğrenme Güçlüğü olan Çocuklar Derneği [ACLD]), NJCLD'nin tanımına katılmayarak kendi tanımını yapmıştır.

Özgül Öğrenme Güçlüğü, sözlü ve sözel olmayan yeteneklerin gelişimi, entegrasyonu ve gösterilmesine seçici olarak müdahale eden, nörolojik kökenli olduğu varsayılan kronik bir durumdur. Özgül Öğrenme Güçlüğü, ayrı bir engel durumu olarak mevcuttur ve belirtilerinde ve ciddiyet derecesinde farklılık gösterir. Yaşam boyunca, durum benlik saygısını, eğitimi, mesleği, sosyalleşmeyi ve günlük yaşam aktivitelerini etkileyebilir (ACLD, 1986, s. 15).

1988'de NJCLD, önceki tanımını yeni bilgileri yansıtacak ve içsel belirsizliği ortadan kaldıracak şekilde değiştirmiştir.

Öğrenme güçlüğü, dinleme, konuşma, okuma, yazma, akıl yürütme veya matematiksel yeteneklerin kazanılmasında ve kullanılmasında önemli zorluklarla kendini gösteren heterojen bir grup bozukluğu ifade eden genel bir terimdir. Bu bozukluklar, bireye özgüdür, merkezi sinir sistemi işlev bozukluğuna bağlı olduğu varsayılır ve yaşam boyu ortaya çıkabilir. Öz-

düzenleme davranışı, sosyal algı ve sosyal etkileşimlerdeki problemler öğrenme güçlüğü ile birlikte olabilir, ancak kendi başlarına bir öğrenme güçlüğü oluşturmazlar. Öğrenme güçlükleri, diğer engelleyici koşullarla (örneğin, duyusal bozukluk, zeka geriliği, ciddi duygusal rahatsızlık) veya dış etkilerle (kültürel farklılıklar, yetersiz veya uygun olmayan öğretim gibi) birlikte ortaya çıkabilmesine rağmen, bu koşulların veya etkilerin sonucu değildir (NJCLD, 1994).

Öğrenme güçlüğü teriminin yorumu, nerede kullanıldığına bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. İngiltere'de öğrenme güçlüğü, küresel bilişsel ve entelektüel bozuklukları ifade ederken Avustralya ve Amerika Birleşik Devletleri'nde genellikle Zihinsel Bozuklukların Tanısal ve İstatistiksel El Kitabı (DSM-5)'nda özel öğrenme güçlüğü terimi ile eş anlamlı olarak kullanılmaktadır (McDowell, 2018).

DSM-5 (2013)' de yer alan tanı kriterlerine göre özel öğrenme güçlüğünün tanımı dört temel kriter içermektedir. Bunlar:

1. Uygun öğretim ortamında, anahtar öğrenme alanlarından en az birinde 6 aydan uzun süredir çabalama durumu mevcuttur.

2. Çabalama sürecinin derecesi önem arz eder. Bu önem, klinik ve istatistiksel (testlere ilişkin standartlaştırılmış ölçümler) anlamlılığı birleştirir.

3. Çocuklar tipik beklentileri karşılayamadığından farklı müfredat alanları için sorunun doğasına uygun farklı başlangıç yaşları bulunur.

4. Alternatif açıklamalardan (zihinsel bozukluklar, sağlık sorunları, duyusal işlev bozukluğu, olumsuz yaşam deneyimleri veya yetersiz eğitim) bağımsız olarak bulunur.

Sonuç olarak, Özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin tıbbi değerlendirme ve tanılanmasında tüm dünyada ve ülkemizde de kabul gören Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders-5 [DSM-5] (Ruhsal Bozuklukların Tanısal ve İstatistiksel El Kitabı) tanı kriterleri kullanılmaktadır (Amerikan Psikiyatri Birliği, 2013, s. 34-35).

Özel öğrenme güçlüğü, okul nüfusunun %2-3'ünde akademik başarının normal ilerlemesini önemli ölçüde engelleyen heterojen bozukluk kümelerini ifade etmektedir. Bu grupta yer alan öğrenciler yüksek kaliteli eğitim sağlandığında dahi, kronolojik ve zihinsel yaşlar için beklenilen başarı düzeyinin altında kalmakta ve okul performanslarında ilerleme eksikliği sergilemektedirler. İlerleme başarısızlığının birincil göstergeleri, yetersiz eğitimsel,

kişilerarası, kültürel/ailesel veya sosyo-dilsel deneyimlerle ilişkili olmayan temel bir beceri alanında (yani okuma, matematik, yazma) önemli ölçüde başarısızlıktır. Özel öğrenme güçlüğü, dilsel yeterlikteki (alıcı ve/veya ifade edici), bilişsel işlevdeki (örneğin, problem çözme, düşünme yetenekleri, olgunlaşma), nöropsikolojik süreçlerdeki (örneğin, algı, dikkat, hafıza) veya herhangi merkezi sinir sistemi fonsiyon bozukluğundan kaynaklandığı varsayılan bu tür katkıda bulunan eksikliklerin kombinasyonundan oluşmaktadır. Özel öğrenme güçlüğü, genel öğrenme başarısızlıklarından ortalama veya üzeri (> 90) bilişsel yetenek, güçlü ve zayıf alanları gösteren bir öğrenme becerisi profili ile ayrılan ayrı bir durumdur. Başlıca özel öğrenme güçlüğüne, birincil soruna yönelik daha yoğun, bireyselleştirilmiş özel eğitim öğretimi planlanırken de düşünülebilecek olan ikincil öğrenme güçlükleri de eşlik edebilmektedir (Kavale, Spaulding ve Beam, 2009).

2.1.1. Okuma Güçlüğü (Disleksi)

DSM-5 (Amerikan Psikiyatri Birliği, 2013) ve IDEA (Engelliler Eğitim Yasası) (2004), Özel öğrenme güçlüğü olanların sözcük okuma ve heceleme (belirli sözcükleri okuma güçlüğü) ile özel bir okuduğunu anlama güçlüğü sorununa sahip olabilecekleri konusunda uzlaşmıştır. Okuma güçlüğü (disleksi) olan bireyler, yeterli talimat, zekaya ve bozulmamış duyusal yeteneklere rağmen doğru veya akıcı kelime tanıma ve heceleme konusunda zorluklar yaşamaktadırlar (Lyon, Shaywitz ve Shaywitz, 2003). Epidemiyolojik bir perspektiften bakıldığında, okuma güçlükleri öğrenme güçlüğü popülasyonunun en az yüzde 80'ini etkilemektedir ve bu nedenle en yaygın özel öğrenme güçlüğü tipini oluşturmaktadır (Lerner, 1989; Lyon, 1995). Disleksi, kökeni nörobiyolojik olan özel bir öğrenme güçlüğüdür. Doğru veya akıcı kelime tanıma ile ilgili zorluklar ve zayıf heceleme ve kod çözme yetenekleri ile karakterizedir. Bu zorluklar genel olarak, etkili sınıf öğretiminin sağlanması ve diğer bilişsel yeteneklerle ilişkili olarak, dilin fonolojik bileşeninde beklenmedik bir eksiklikten kaynaklanmaktadır (Lyon ve ark., 2003). İlk disleksi teorileri, görsel işlemede temel bir eksiklik olduğunu varsaymaktadır ve "d" yerine "b" veya "kaya" yerine "ayak" yazmak gibi bozukluğu olan bireyler tarafından yaygın olarak yapılan tersine çevirme hatalarına odaklanmaktadır (Orton, 1925). Vellutino (1979), disleksideki bu tür tersine çevirme hatalarının bir kişinin kendi dilinde bulunan basılı yayınlar ile sınırlı olduğunu ve bu nedenle doğası gereği görsel olmaktan çok dilsel olduğunu söylemiştir. O zamandan beri, pek çok araştırma, disleksinin, fonolojik işlemedeki (dilde seslerin işlenmesi) sorunları içeren dil temelli bir bozukluk olduğunu açıkça ortaya koymuştur (Nittrouer ve Pennington, 2010; Ramus, 2001; Snowling, 1995). Disleksinin fonolojik teorisinde, dilsel seslere dikkat etme ve onları manipüle etme yeteneği, harf-ses yazışmalarının kurulması ve otomatikleştirilmesi için

çok önemlidir, bu da fonolojik kodlama süreci yoluyla doğru ve akıcı kelime tanımanın temelini oluşturmaktadır. Dikkat edilmesi gereken bir husus, fonolojik beceriler (özellikle fonolojik farkındalık) ile okuma arasındaki ilişkinin iki yönlü olmasıdır; Zamanla, zayıf okuma, zayıf fonolojik farkındalığa neden olabilmektedir (Castles, Wilson ve Coltheart, 2011; Morais, Cary, Alegria ve Bertelson, 1979). Harflerin yanlış sıralanması ve bir kelimedeki harflerin ters çevrilmesi, disleksik okuyucuların ortak şikâyetleridir. İlaveten yetişkin ve çocuk okumalarında, metin benzeri nesne dizilerinin kurucu bileşenlerinin uzamsal dizilimine duyarlılık görülebilmektedir (Pammer, Lavis, Cooper, Hansen ve Cornelissen, 2005). Sözcüklerdeki harflerin sırasını belirlemedeki bu tür zorlukların, fonolojik kusurlarla kolayca açıklanamayacağını ileri süren model ve nesne tanımanın nörofizyolojik temelleri üzerine yapılan araştırmalar da mevcuttur (Vidyasagar ve Pammer, 2010). Bu araştırmalarda, gelişimsel disleksideki kritik eksikliğin, verimli okuma için gerekli olan odaksal görsel dikkat mekanizmalarını etkileyen bir eksiklik olabileceği savı üzerinde durulmaktadır (Kevan ve Pammer, 2008). Genel olarak, okuma güçlüğünün altında yatan sebeplere dair sorular devam etse de, fonolojik açıklama en olası açıklama olarak kabul edilmektedir (Nittrouer ve Pennington, 2010).

2.1.2. Yazma Güçlüğü (Disgrafi)

Disgrafi, Yunanca "bozuk" anlamına gelen "dys" ve "el ile harf formları oluşturma" anlamına gelen "graphia" sözcüklerinden oluşan bir yazma yeteneği bozukluğudur. En geniş tanımıyla disgrafi, harf okunaksızlığı, yavaş yazma hızı, yazım zorluğu ve sözdizimi ve kompozisyon sorunları dahil olmak üzere herhangi bir düzeyde yazma zorluğu olarak kendini göstermektedir (Chung ve Patel, 2015). Ruhsal Bozuklukların Tanısal ve İstatistiksel El Kitabı 5. baskısında (DSM-5) disgrafi artık ayrı bir kategori olarak mevcut değildir, ancak "özgül öğrenme bozukluğu" kategorisine girmektedir (American Psychiatric Association, 2013). "Yazılı ifadede bozulma olan" belirteci, yazım doğruluğu, dil bilgisi ve noktalama doğruluğu, yazılı ifadenin netliği ve organizasyonundaki eksiklikleri içermektedir (IDEA, 2004). "Yazma", yazılı harfler ve kelimeler üretmenin temel eyleminin yanı sıra bir metni planlama, düzenleme, yazma, düzeltme ve okuma gibi karmaşık eylemleri ifade edebilir. İşlevsel yazı sistemini oluşturmak için birlikte çalışan organizasyon, yürütme işlevi ve dilin beyin süreçlerine ek olarak motor planlama ve motor yürütmenin koordinasyonunu gerektiren karmaşık bir süreçtir (Berninger ve Wolf, 2016). Yazma görevleri, tutarlı ve uyumlu bir ürünü organize etmek, planlamak ve yürütmek için üst düzey dil işleme ve yürütme işlevi gerektirir. Örneğin, bir cümle yazmak, çocuğun ifadeyi dahili olarak oluşturmasını, ifadeyi transkripsiyon için bölümlere ayırmasını, yazarken bu ifade bölümlerini bellekte tutmasını ve

tamamlanmış yazılı ifadeyi dahili olarak oluşturulan düşünceye karşı kontrol etmesini gerektirir. Bir paragraf veya deneme yazmak, ifadelerin tutarlı bir argüman veya düşünce oluşturmasını sağlamak için planlama, düzenleme, yürütme ve düzeltme okumayı gerektirir. Bir çocuk üçüncü sınıfa kadar yazmada otomatiklik kazanmamışsa, akademik beklentiler yazmanın motor yönlerinin ötesinde bilişsel işleme gerektirdiğinden, muhtemelen daha fazla zorluk yaşayacaktır (Chung ve Patel, 2015). Berninger (2008), disgrafiyi, fonolojik (kelime sesleri) ile ortografik (yazılı harfler) belleğe, aynı zamanda "grafomotor döngü" olarak da adlandırılan sözel çalışma belleğindeki yetersizlikten kaynaklanan, yazının motor bileşenini dışlayan bir dil işleme bozukluğu olarak tanımlamaktadır. Bu, fonolojik ve ortografik süreçler veya "fonolojik döngü" arasındaki iki taraflı yetersizlik olduğu düşünülen disleksi ile tezat oluşturmaktadır. Ayrıca depolama ve yürütücü işlevi içeren üst düzey dil işleme merkezlerinin de bozukluğun ortaya çıkmasına sebep olduğu düşünülmektedir (Berninger ve O'Malley May, 2011). Diğer uzman görüşlerine göre, disgrafi, parmakla vurma, kavrama, kuvvet ve dayanıklılık gibi ince motor görevlerinde yaşanan zorluklar neticesinde çocuğun harfleri yazma hareketlerini koordine etmede yaşadığı güçlükler olarak tanımlanmaktadır (Tseng ve Chow, 2000). Bu eksiklikler, ince motor kontrol, görsel-motor algı ve kinestezi ile ilgili sorunlardan kaynaklanmaktadır ve bu da yavaş ve kötü biçimlendirilmiş harfler ve kelimelerle sonuçlanmaktadır (Zoccolotti ve Friedmann, 2010).

2.1.3. Aritmetik Güçlüğü (Diskalkuli)

Matematik alanının genişliği ve karmaşıklığı, aritmetik öğrenme güçlüğünü (diskalkuli) tanımlayan bilişsel fenotiplerin tanımlanmasını ve araştırılmasını gerekli kılmıştır. Bu güçlük, diğer bozuk matematiksel yetenek biçimlerinden açıkça ayırt edilebilmektedir (Kosc, 1974).

Diskalkuli, normal ve normalüstü zekâya, duygusal istikrara, eğitsel fırsatlara ve motivasyona rağmen aritmetik becerilerin edinimini etkileyen netice olarak bireyin başarısının beklenen performans düzeyinin altında kalması olarak kendini gösteren özel bir öğrenme güçlüğü olarak tanımlanabilir (Butterworth, 2018; Price ve Ansari, 2013; Von Aster ve Shalev, 2007). İlaveten matematiksel temel gerçekleri hatırlamada eksiklik, olgunlaşmamış strateji kullanımı ve gelişmemiş bir sayı duyusu bu çocuklarda yaygın olarak görülen özelliklerdir (Geary, 2004). Diskalkuliden etkilenen bireylerin yaklaşık olarak toplumun %3-6'sını oluşturduğu düşünülmektedir (Kucian ve Von Aster, 2015; Price ve Ansari, 2013; Shalev, 2004). Okuma, yazma becerilerinden farklı olarak çocukların sayma, toplama, karşılaştırma, sıralama ve nicelikleri anlama gibi aritmetik becerileri edinme konusunda doğuştan gelen bir eğilimleri vardır. Yapılan ilk araştırmalar ile Diskalkulisi olan çocukların farklı formatlarda

sunulan aynı rakamların temsil ettiği niceliğin özdeşliğine karar vermekte zorlandıkları belirtilmiştir (Koontz, 1996). Bu, Diskalkulisi olan çocuklarda, tipik gelişim gösteren akranlarında olduğu gibi sayısal büyüklük bilgisinin otomatik olarak etkinleştirilmediğini düşündürmektedir.

Otomatikleştirme kavramı çocukların temel aritmetik işlemlerini yanıtlama sürelerini belirtmek amacıyla kullanılmaktadır. Çocuklar sayı hesaplarını öğrenmeye başladıklarında parmak hesabından veya fişlerden destek almaktadır. Bir süre sonra tekrarlanan kullanımlar ve sonuçların hatırlanarak söylenmesi sonucu işlemlerin otomatikleştiği ve daha az bilişsel süreçlerin kullanıldığı söylenebilir. Tipik gelişim gösteren çocukların yaklaşık %50'si üçüncü sınıf düzeyinde otomatikleştirme becerisini kazanmaktadır. İlkokulun ilk yıllarında temel aritmetik becerileri zihinsel enerjinin çoğunu almakta ve ilerleyen yıllarda otomatikleştirme becerisinin edinimi ile matematiğin diğer boyutlarına yönelik kapasite kullanımı artmaktadır. Ancak matematik öğrenme güçlüğü olan çocuklarda otomatikleştirme becerisi daha sonraki yıllarda geliştirilebilmektedir (Bender, 2009). Diskalkulisi olan çocukların aritmetik yeterlik kazanmak için parmaklarını kullandığı bilinen bir durumdur (Fuson, 1988). Bu, parmak takımı ile numaralandırılacak nesne kümesi arasındaki eşlemeyi bağdaştırmayı içerir. Parmakların temsil ettiği niceliklerin zihinsel temsili zayıfsa veya sayı çokluklarını anlamada bir eksiklik var ise çocuğun bilişsel gelişimi sayı çoklukları ile parmaklar arasındaki ilişkiyi kuramayabilir (Butterworth, 2018). Ayrıca bu çocuklar bir sayının büyüklüğünü ve diğer sayılara göre değerini sezgisel olarak kavrayamazlar.

Matematik öğrenme güçlüğünü tanılamak için özel olarak tasarlanmış standart ölçekler mevcut değildir. Bu nedenle uzmanlar tarafından genellikle zeka ölçümleri (IQ) ile birlikte standartlaştırılmış başarı testleri kullanılır. Normal ve üstü kabul edilen IQ puanı ile birlikte bir matematik başarı testinde 20. veya 25. yüzdelik dilimden daha düşük bir puan, Diskalkuliyi teşhis etmek için tipik kriter olarak kabul edilebilir (Geary, Hamson ve Hoard, 2000; Gross-Tsur, Manor ve Shalev, 1996). Ancak, beklenen performanstan düşük matematik başarı puanı tek başına diskalkulinin varlığını göstermez. Bu durum, standartlaştırılmış başarı testlerinin doğasından ve diskalkulili çocukların genellikle oldukça spesifik hafıza problemlerine veya bilişsel eksikliklere sahip olmalarından kaynaklanmaktadır. Standartlaştırılmış başarı testleri, çok çeşitli aritmetik ve matematiksel konuları örneklemektedir, ancak diskalkulili çocuklar bu alanların bazılarında ciddi eksiklikler gösterirken bazılarında ortalama veya daha iyi yeterliklere sahip olabilmektedir. Bu farklı yetkinlikleri değerlendiren maddeler arasında ortalama almanın sonucu olarak diskalkulili çocukların bazı alanlarda yetkinliklerini

olduğundan fazla, diğerlerinde ise olduğundan az tahmin eden bir performans düzeyi ortaya çıkar (Geary, 2004). Alanyazında yapılmış araştırmalarda belirtildiği gibi öncelikle diskalkulili çocukların sayı, sayma ve aritmetik yeterliklerine odaklanırken aynı zamanda bilişsel ve nörolojik özelliklerinin üzerinde durmak bu çocukların tanılanmasına yönelik bir dizi içgörü sağlamıştır (Geary ve Hoard, 2005; Bley ve Thorntorn, 2001; Ginsburg, 1997).

2.1.3.1. Diskalkulisi Olan Çocuklarda Görülen Genel Özellikler

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

Diskalkuli'nin en sık gözlemlenen davranışsal ayırt edici özelliği, aritmetik olguları geri çağırmadaki (otomatikleşme) bozulmalardır (Mazzocco, Devlin ve McKenney, 2008). Tipik olarak gelişmekte olan çocuklar, birinci ve ikinci sınıfa geldiklerinde hesaplama stratejilerinde gelişimsel bir değişim geçirirler. Sayma gibi basit stratejileri kullanarak hafif düzeydeki problemleri çözmeye başlarlar. Üçüncü sınıfa geldiklerinde ise belirli bir problemin çözümünü hızlıca hatırlayabilecekleri bir aritmetik olgular deposunu bellekte geliştirmiş olurlar (Ashcraft, 1982). Diğer taraftan, Diskalkuli'li çocuklar, tipik olarak gelişen akranları bellek temelli stratejilerde ilerledikten çok sonra dahi basit sayma stratejilerini kullanmaya devam ederek, bellekten olguları akıcı bir şekilde geri çağırma mekanizmasını geliştirmede başarısız olmaktadırlar (Landerl, Bevan ve Butterworth, 2004; Jordan ve Hanich, 2003; Hanich, Jordan ve Kaplan, 2001; Geary, Hamson ve Hoard, 2000). Diskalkuli'li çocuklarda otomatikleşme mekanizmasının gelişmemesinin sonucu olarak, ilkel ve verimsiz problem çözme stratejilerinin kullanımı görülmektedir. Diskalkuli'li bir çocuk aritmetiksel bir olguyu yeterince öğrenmediği için hafızasından akıcı bir şekilde geri çağıramazsa, genellikle yetersiz ve aşırı zahmetli olan basit sayma stratejilerine başvurmaktadır (Geary ve ark., 2000).

2.1.3.1.1. Temel Sayı İşleme

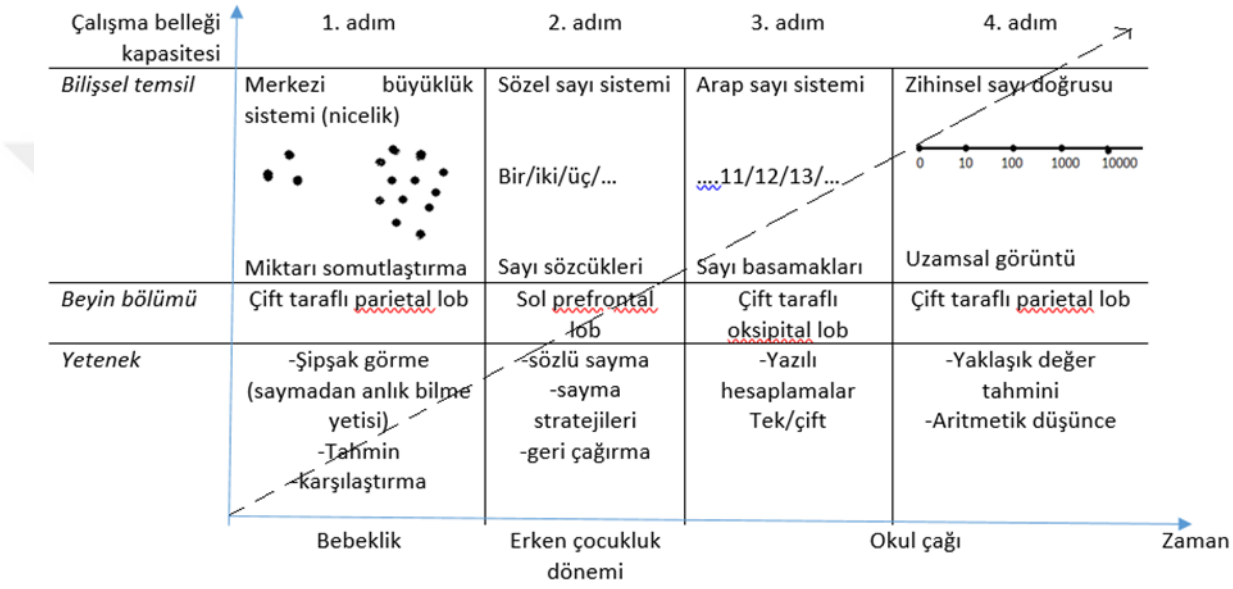
Diskalkuli'li çocuklarda temel sayısal işlemeyi inceleyen ilk çalışmalar, atipik olarak gelişen çocukların, farklı formatlarda sunulan iki sayının aynı olup olmadığına karar verirken sayısal bilgilere aynı karşılığı vermediklerini bildirmektedir (Koontz, 1996). Bu, sayısal büyüklük bilgisinin Diskalkuli'li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

Matematik öğrenme güçlüğü olan çocuklarla yapılan vaka çalışmalarındaki ilk raporlar (Butterworth, 2005; Geary, Hoard ve Hamson, 1999), Diskalkuli'li bireylerde sayısal karşılaştırma sırasında algısal performansın bozulduğunu ortaya koymuştur. Seçim kriterleri daraltılarak yapılan daha sonraki çalışmalar, Diskalkuli'li çocuklarda sayı karşılaştırma becerilerinin yetersiz olduğunu doğrulamaktadır ve hatta temel sayı adlandırma bozukluğunu açığa çıkarmaktadır (Landerl ve ark., 2004; Van Der Sluis De Jong ve Van Der Leij, 2004). Daha da önemlisi, Diskalkuli'li çocuklar sayı karşılaştırması sırasında, yalnızca tepki süresinde ve hata oranında artış göstermekle kalmayıp, aynı zamanda niteliksel olarak da farklılık göstererek bir "mesafe etkisi" kavramının oluşmasına sebebiyet vermişlerdir (Mussolin, Mejias ve Noel, 2010). Mesafe etkisi (Moyer ve Landauer, 1967), karşılaştırılan iki sayı arasındaki mesafe azaldıkça (örneğin, 2-9'a karşı 7-9) tepki süreleri ve hataların arttığı davranışsal olguyu ifade etmektedir. Başka bir deyişle, birbirine daha yakın olan sayıları karşılaştırmak, birbirinden uzak olan sayılardan daha zordur. Diskalkuli'sı olan çocukların temel sayı işleme sürecinde kullanılan bir diğer kavram olan "Sayısal uzaklık etkisi", birçok araştırmacı tarafından, bir "zihinsel sayı doğrusu" (Dehaene, 2003) boyunca sayısal büyüklüğün temelde yatan temsilinin bütünlüğünü yansıtmak için kullanılmıştır.

Sayı bilgisi, tek bir yetenek gibi algılanıyor olsa dahi iki kısma ayrılabilir. İlk kısım öncelikle biyolojiktir ve gelişim için kasıtlı bir uygulama gerektirmez (Geary, 1995; Jordan & Levine, 2009). Bu kısım doğuştan gelen yaklaşık sayı sistemidir. Diğer kısım ise ikincil olarak biyolojiktir, gelişim için bilinçli uygulama gerektirir ve sembolik sayı sisteminden oluşur. Bir dizi teorik model ile sayı bilgisinin entegrasyonu tanımlanmıştır. Von Aster ve Shalev (2007) tarafından önerilen sayı kazanımının gelişimsel modeli (bkz. Şekil 1) dört adım içermektedir.

İlk adım, doğuştan gelen sayıları temsil etme yeteneğiyle (yaklaşık sayı sistemi) başlar, ikinci adım ise bağlantıların oluşturulmasıdır. Sözlü sayı sistemi (sayı sözcükleri) ile üçüncü adım arap rakam sistemidir (rakamlar), dördüncü ve son adım ise zihinsel sayı doğrusudur (veya sembolik zihinsel sayı doğrusudur). Bu modele göre, dört aşamalı gelişim süreci, çalışma belleği gibi bilişsel genel alan yeteneklerinin desteğine dayanmaktadır.

Şekil 1. Sayısal Bilişin Dört Adımlı Gelişimsel Modeli



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

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

2.1.3.1.2. Sayısal Olmayan Eksiklikler

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

Şekil 2. Matematik Öğrenme Güçlüğü ’nün Kendini Gösterebileceği Potansiyel Faktörler ve Farklı Seviyeler

Matematik Becerisine Hizmet Eden Çevresel Faktörler	**Matematik Öğrenme Güçlüğünü Oluşturan Etmenler**		**Matematik becerisine hizmet eden alana özgü özellikler**
	Riskler	Genetik Eğilim Epigenetik faktörler Doğal risk faktörleri (örn. Prematüre doğum) Alandan bağımsız olgunlaşma açıkları	**Görsel-uzamsal beceriler** Büyüklük ayrımı, zihinsel sayı doğrusu, boyut kavramları
Eğitim Öğretme tarzı Deneyim	**Beyin**	Merkezi yürütme ağının yetersiz gelişimi	**Dikkat** Problem çözerken odaklanma, zihinsel sayı doğrusu
Pratik	**Bilişsel**	Sembolik olmayan miktar ve sembolik sayı temsillerinde bozulma,	**Dil** Sayma, zihinsel hesaplama, olguları geri çağırma, sayı sistemi

İsteklendirme

Cesaretlendirme

Yaş

Tanıya özgü

Temsiller arasında bozulmuş aktarım

Sayı Hissi

Miktar ayrımı

Sayma becerisi

"daha fazla / daha az" karşılaştırmaları

Kod dönüştürme

Basamak değeri sistemi

Hesaplama

Zihinsel hesaplama

Çok basamaklı aritmetik

Sayısal olguları geri çağırma

Hesaplama stratejileri

Hesaplama kavramları

Çalışma Belleği

Zihinsel hesaplama, çok basamaklı aritmetik, strateji kullanımı

Yönetici İşlevler

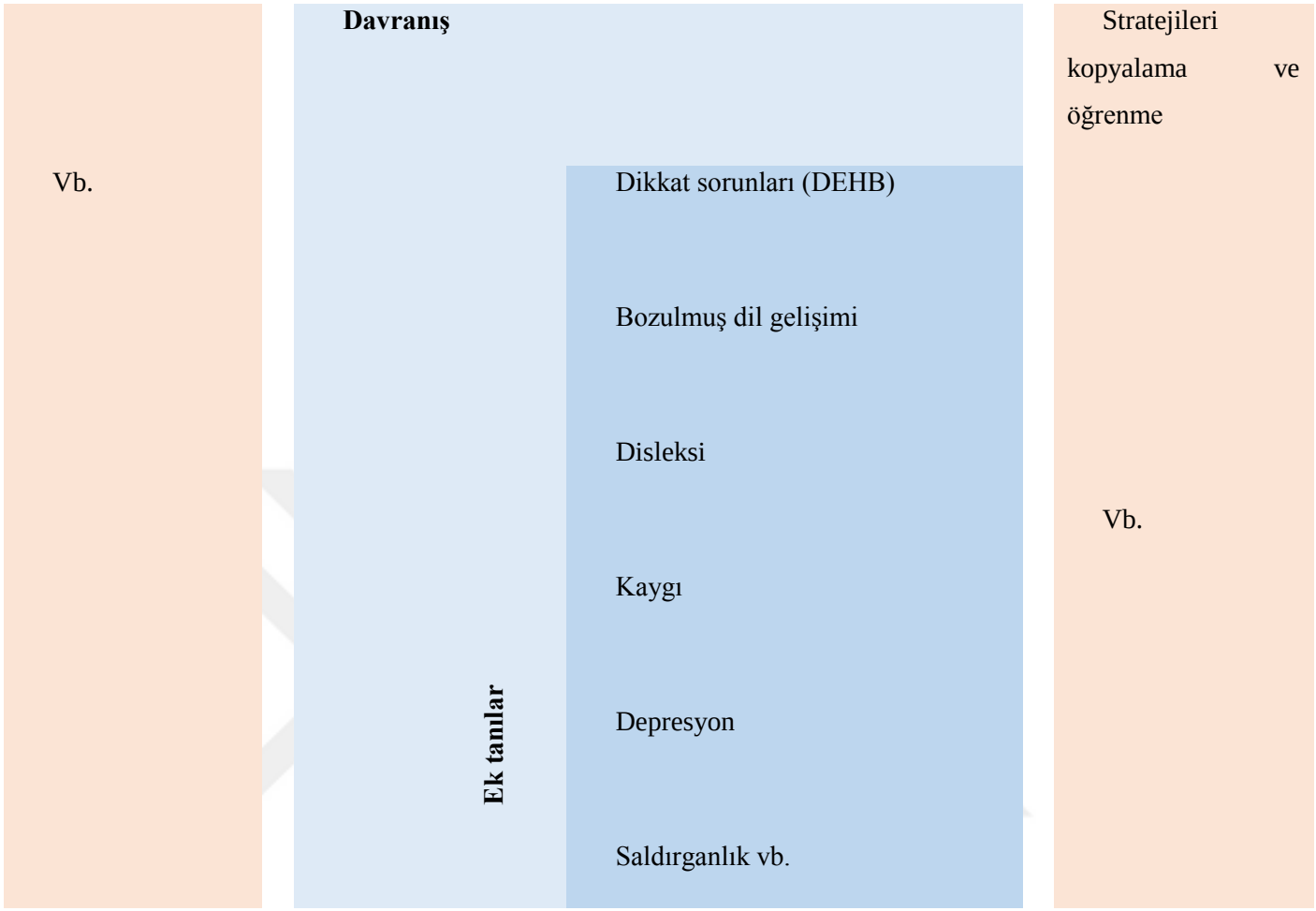
Planlama ve kontrol

Muhakeme

Hikaye problemleri

Sosyal ve Duygusal Faktörler

Matematiğe karşı tutum



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

2.2. Sayı Hissi

Wirtz (1974), uzun zaman önce sayı hissinin tanımlanmasının zor, ancak tanınmasının kolay olduğunu belirtmiştir. Sayı hissine yönelik alanyazında yapılmış farklı tanımlamalar bulunmaktadır. Howden (1989), Sayı hissini, "sayıların anlamlarını kavrama, sayılar arasında çoklu ilişkiler geliştirme, sayıların göreceli büyüklüklerini tanıma ve işlemlerin sayılar üzerindeki göreli etkisini bilme becerisi" olarak tanımlamaktadır (s. 6). McIntosh, Reys ve Reys (1992) sayı hissini, "bir kişinin sayı ve işlemlerle ilgili genel anlayışını ve bu anlayışı matematiksel yargılarda bulunmak için esnek şekillerde kullanma yeteneği ile sayıları ve işlemleri ele almak için yararlı stratejiler geliştirme eğilimi" şeklinde tanımlamıştır (s. 3). Yang (2003) ise, "bir kişinin sayılar ve işlemler hakkındaki genel anlayışını ve sayıları içeren günlük yaşam durumlarını ele alma becerisini ifade eder. Bu, sayısal problemlerin üstesinden gelmek için yararlı, esnek ve verimli stratejiler (yani, zihinsel hesaplama veya tahmin) geliştirme yeteneğini içerir" şeklinde sayı hissini tanımlamaktadır (s. 116). Sayı duygusu iyi

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

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

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

- Doğrudan bir bilgi olmadan, bir nesne zihin koleksiyona eklendiğinde veya çıkarıldığında, küçük bir koleksiyonda bir şeyin değiştiğinin tanınmasına izin veren bir fakültedir (Dantzig, 1954).
- İşlemlerin sayılar üzerindeki etkileri hakkında bilgi sahibi olmaktır.
- Temsilin bağlamına ve amacına bağlı olarak aynı sayıyı birden çok şekilde temsil edebilmektir.
- Sayılar ve aritmetik hakkında temel yetenekler veya sezgilerdir.
- Sayılarla akıcılık ve esnekliğe sahip olmaktır.

- Herhangi bir kesin hesaplama yapmadan sayısal bir problemin veya ifadenin genel özellikleri hakkında mantıklı bir şekilde düşünebilme veya konuşabilmektir.
- Sayıların yararlı olduğu ve matematiğin belirli bir düzenliliğe sahip olduğu beklentisini doğurmaktadır.
- Sayılar için algoritmik olmayan bir histir.
- Bir kişinin sayı ve işlemi ilişkilendirmesini sağlayan iyi organize edilmiş kavramsal bir ağdır.
- Matematiksel ilişkiler, matematiksel ilkeler ve matematiksel prosedürler arasındaki birçok bağlantıya dayanan kavramsal bir yapıdır.
- Sayısal büyüklüklerin analog gösterimlerinin manipüle edilebildiği zihinsel bir sayı doğrusudur.
- Yaklaşık sayıları işlemek için sözel olmayan, evrimsel olarak eski, doğuştan gelen bir kapasitedir.
- İçsel bir süreçten ziyade sayılarla ilgili bir beceri veya bilgi türüdür.
- Yaklaşık veya tahmin etme yeteneğidir.
- Tecrübe ve bilgi ile gelişen ve olgunlaşan bir süreçtir.
- Sayısal büyüklük karşılaştırmaları yapabilme yeteneğidir.
- Sayıları doğal olarak ayrıştırma yeteneğidir.
- Karmaşık problemleri çözmek için faydalı stratejiler geliştirme becerisidir.
- Aritmetik işlemler arasındaki ilişkileri kullanarak 10 tabanlı sayı sistemini anlayabilmedir.
- Bilgileri iletmek, işlemek ve yorumlamak için sayıları ve nicel yöntemleri kullanma becerisidir.
- Hesaplamaların makul olup olmadığı konusunda çeşitli doğruluk ve hassasiyet düzeylerinin bilincidir.
- Yeni bilgi ile önceden edinilmiş bilgi arasındaki bağlantıları arayarak sayısal durumları anlamlandırma arzusudur.
- Sayı anlamlarını anlayabilmektir.
- Sayılar arasındaki çoklu ilişkileri anlayabilmektir.
- Kıyaslama sayılarını ve sayı modellerini tanıyabilmektir.
- Büyük sayısal hataları tanıyabilmektir.
- Sayıların eşdeğer biçimlerini ve temsillerini ve eşdeğer ifadeleri anlayabilme ve kullanabilmektir.
- Gerçek dünyadaki şeyleri ölçmek için sayıları referans olarak anlayabilmektir.

- Gerçek nicelikler dünyası ile sayıların ve sayısal ifadelerin matematiksel dünyası arasında sorunsuz bir şekilde hareket edebilmektir.
- Sayısal işlemleri yürütmek için stratejiler icat edebilmektir.

Aynı yaştaki akranlarına kıyasla Matematik öğrenme güçlüğüolan çocuklarda daha yerleşmiş bir sayı hissi eksikliği bulunmaktadır (Mussolin, Mejias ve Noel, 2010; Mazzocco ve ark., 2008; Rubinsten and Henik, 2005). Matematik öğrenme güçlüğüolan çocuklar aritmetiksel işlemler yaparken tipik gelişim gösteren akranlarına göre daha çok hata yapmakta ve yaptıkları hatalar gerçekten daha uzak olmaktadır (Mabbott ve Bisanz, 2008). Sayı hissinin tipik gelişim gösterenlerde ve Matematik öğrenme güçlüğüolan çocuklardaki gelişimini gösteren ifadeler aşağıdaki Tablo1'de belirtilmektedir (Kucian ve Von Aster, 2015).

Tablo 1. Sayı Hissinin Gelişimi

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

	Farklı hesaplama stratejileri ve konseptlerinin edinilmesi	Hesaplama stratejileri ve kavramlarının anlaşılmaması

2.2.1. Sayı Hissinin Bileşenleri

Sayı duyusu matematik eğitiminde önemli bir konu olduğundan, matematik eğitimcileri, bilişsel psikologlar, araştırmacılar, öğretmenler ve matematik müfredat geliştiricileri arasında üstünde yoğun durulan bir konu olmuştur (Yang, 2006; Yang, 2003; Markovits & Sowder, 1994; McIntosh ve ark., 1992; Howden, 1989). Araştırmacılar, yaptıkları tanımlamalardan yola çıkarak sayı hissinin bileşenlerini şu şekilde tanımlamışlardır:

I. Temel sayı anlamlarını anlama: Bu, sayıları anlamlandırmayı ve sayıların kavramsal bir anlayışını geliştirmeyi gerektirmektedir. Bu bileşen, sayıların derinlemesine anlaşılmasına, yani sayı sistemleri (tam sayılar, kesirler ve ondalık sayılar dahil), basamak değeri ve dört temel işlem gibi yönleri anlamlandırma becerisine atıfta bulunmaktadır. Örneğin, öğrencilerin 2/5'in iki tane 1/5'in toplamına eşit olduğunu ve birçok ondalık sayının 0.12 ile 0.13 arasında olduğunu bilmeleri beklenmektedir (McIntosh ve ark., 1992).

II. Sayıların büyüklüğünü tanıma: Sayıları (tam sayılar, kesirler, ondalık sayılar vb.) karşılaştırma, sayıları doğru sıralama ve sayıların yoğunluğunu tanıma becerisini içermektedir. Bu bileşen, sayıları esnek bir şekilde karşılaştırma ve sıralama yeteneğini ifade etmektedir. Örneğin, 3/5 ve 4/9 kesirlerini karşılaştırırken, öğrencilerin müfredatta önerildiği gibi en küçük ortak paydayı bulmak gibi standart yazılı algoritmalara güvenmeleri gerekmez. Öğrenciler, 3/5'in yarımdan fazla ve 4/9'un yarımdan küçük olduğunu anlamlı bir şekilde fark edebilmelidir; bu nedenle 3/5, 4/9'dan fazladır denmesi beklenmektedir (Markovits & Sowder, 1994; McIntosh ve ark., 1992).

III. Ölçütleri uygun şekilde kullanma (Sayıların ve işlemlerin çoklu gösterimlerini kullanabilme): 1, 1/2, 100 vb. ölçütleri farklı durumlarda geliştirme ve esnek kullanma becerisini içermektedir. Bu bileşen, bir öğrencinin sayısal problemleri esnek bir şekilde çözmek için resimli ve sembolik temsiller gibi çoklu temsilleri kullanabilmesi gerektiğini varsaymaktadır (Yang, Li ve Lin, 2008). Örneğin sayı doğrultusuna belirli aralıklarla harfler yerleştiriliyor ve öğrencilerden sayı doğrusunda 4/7 + 1/5'i en iyi temsil eden harfin hangisi olduğunu belirlemeleri isteniyor: Öğrenciler, kağıt ve kalem kullanmadan cevabı tahmin edebilir ve bunu sayı doğrusu üzerindeki bir kesre bağlayabilmektedir (McIntosh ve ark., 1992).

IV. İşlemlerin sayılar üzerindeki göreceli etkisini anlama: Farklı işlemlerin sayısal problemlerin sonucunu nasıl etkilediğini belirleme yeteneğini içermektedir. Bu bileşen, öğrencilerin dört temel işlemin hesaplama sonuçlarını nasıl etkilediğini anlayabilmeleri gerektiğini öne sürmektedir (McIntosh ve ark., 1992; Yang ve ark., 2008). Örneğin, öğrencilerin 4998 × 0.96 tahmin etmeleri istendiğinde yanıt bulmak için yazılı bir yönteme güvenmeleri gerekmez. 4998'in 5000'e ve 0.96'nın 1'e yakın olduğunu bilmeleri gerekir; bu nedenle cevap 5000'den biraz daha az olmalıdır. Öğrenciler ayrıca işlemlerin anlamlarını anlamalı ve çarpmanın her zaman daha büyük bir sayı üretmediğini ve bölmenin her zaman daha düşük değerler vermediğini kabul etmelidir.

V. Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek (Esnek düşünme): Bu, sorunları uygun şekilde çözmek için farklı stratejiler (yani tahmin, zihinsel hesaplama) geliştirmeyi ve sonucun makul olduğunu bilmeyi gerektirir. Bu bileşen, bireylerin matematik problemlerini kağıt ve kalem kullanmadan çözmek için zihinsel hesaplama ve tahmin stratejilerini uygulayabilmeleri gerektiğini öne sürmektedir (McIntosh ve ark, 1992). Aynı zamanda, bireyler hesaplama sonuçlarının makul olup olmadığını değerlendirebilmelidir.

Öğrencilerin sayı duyusu yetkinliğini geliştirmek için bu beş bileşenin dikkate alınması önemlidir. Yukarıdaki beş sayı duyusu bileşeni bu çalışmada uygulanan programın temelini oluşturmaktadır.

2.2.2. Sayı Hissi Öğretilebilir mi?

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

2.2.3. Türkiye'deki Matematik Öğretim Programlarında Sayı Hissi

Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu tarafından güncellenen ilkokul (1-4. sınıflar) ve ortaokul (5-8. sınıflar) matematik dersi öğretim planı ile matematik ve günlük yaşam durumları arasında bağlantı kurmaya odaklanılmıştır (Millî Eğitim Bakanlığı, 2018). Program içerisinde sayı hissinin öğretilmesine yönelik net bir hedef bulunmamasına rağmen, sayı hissini geliştirmeye yönelik beceriler kazanımlar içerine gömülü bir şekilde yer almaktadır (Çekirdekçi ve Yorulmaz, 2021; Çetin ve Öztürk, 2020; Sema ve Peker, 2018; Gülbağcı Dede, 2018). Programda yer alan bazı hedefler, sayı hissinin temel ilkelerinden birçoğunu vurgulamaktadır. Bu çalışma ile hedeflenen ortaokul düzeyindeki öğrencilerin sayı hislerini geliştirmek olduğu için, 5. sınıftan 8. sınıfa kadar olan matematik programlarındaki sayı hissi ile ilişkili kazanımlar çalışmanın sonunda Ek 1 olarak verilmiştir.

Ortaokul matematik programında yer alan kazanımların sayı hissi ve alt bileşenleri ile uyumu konusunda bir alan uzmanından ve bir matematik öğretmeninden görüş alınmıştır. İncelemeler sonucu, beşinci sınıfa ait 31 kazanımın, altıncı sınıfa ait 33 kazanımın, yedinci sınıfa ait 28 kazanımın ve sekizinci sınıfa ait 25 kazanımın sayı hissi ile ilişkili olduğu kanaatine varılmıştır.

2.3. Matematiksel Üstbilişsel Farkındalık

Üstbiliş, ilk olarak Flavell (1979) tarafından "herhangi bir bilişsel girişimin herhangi bir yönünü nesnesi olarak alan veya düzenleyen herhangi bir bilgi veya bilişsel aktivite" olarak tanıtılmıştır. Üstbiliş, öğrenme başarısının belirlenmesinde temel faktör olmasının yanı sıra, öğrencilerin problem çözme ve öğrenme süreçlerinde önemli bir unsurdur (Bedel, 2012). Wang, Haertel ve Walberg (1990) üstbilişin, öğrenmeyi tahmin etmede güçlü bir yordayıcı olduğunu belirtmişlerdir. Swanson (1990)'a göre üstbiliş, bireyin bilişsel süreçler hakkındaki bilgisi ve aynı zamanda bireylerin bir öğrenme sürecinden geçerken gerçekleştirilen bilişsel süreçleri kontrol etme yeteneğidir. Kuiper (2002) üstbilişi, bilişsel etkinliğin gerektirdiği gereksinimler ve öğrencilerin karşılaştığı öğrenme görevleri için gereksinimler açısından öğrenme etkinliklerinde bulunan bireylerin kendileriyle iletişim kurmaları olarak tanımlamaktadır. Öz iletişim, öğrenme sürecinden önce, öğrenme gerçekleştiğinde ve öğrenme süreci gerçekleştikten sonra gerçekleştirilmektedir. Yani, üstbilişte düşünme etkinlikleri, öğrenmenin gerçekleştiği süreci kapsadığı gibi, öğrenme devam ederken de öğrenme sürecinin de gözden geçirilmesi şeklindedir. Kısaca üstbiliş, bireylerin bilgiyi nasıl edindiğinin ve bilgi edinme sürecini nasıl kontrol edeceğinin farkındalığıdır (Schraw ve Dennison, 1994).

Araştırmacılar tarafından üstbiliş, üstbilişsel bilgi ve üstbilişsel kontrol olarak ikiye ayrılmaktadır (Kuhn, 2000; Hertzog ve Robinson, 2005). Üstbilişsel bilgi, bilişsel süreç ve ürünlerin bilgisi ve daha derin anlayışı olarak tanımlanmaktadır (Flavell, 1979). Örneğin öğrenciler, tek basamaklı toplamaları yaparken değil, çok basamaklı bölme işlemlerini yaparken kendilerini kontrol etmeleri gerektiğini bilmektedir. Üstbilişsel kontrol, bireylerin kendi bilişsel süreçleri üzerinde sahip oldukları istemli kontrol olarak tanımlanmaktadır (Brown, 2017). Tahmin, planlama, izleme ve değerlendirme üstbilişsel kontrol kapsamında değerlendirilen becerilerdir (Bedel, 2012). Örneğin, öğrenciler çok basamaklı bölme işlemlerini gerçektiriken, sonucu tahmin etmeye çalışmakta, işlem adımlarını planlamakta, çözümü izlemekte ve sonucu kontrol etmektedir.

Üstbilişsel becerilerin kullanımı çocuklarda genellikle 5-7 yaş arasında başlamaktadır (Fisher, 1988). Üstbilişsel becerilerin gelişimi ile öğrencilerin problem çözme yetenekleri artmakta ve problem çözümü için başvurdukları stratejiler çeşitlenmektedir. Matematik, sayısal olgulardan oluşan problem çözme durumlarını içerdiği için çocukların üstbiliş becerilerinin gelişimi, onların matematik öğrenimlerini ve performanslarını etkilemektedir (Vaidya, 1999). Öğrenciler, matematik problemlerinin çözümü için gerekli olan adımları, nasıl izleyeceklerini ve düzenleyeceklerini öğrenmelidir. Akademik olarak başarılı olan öğrenciler, soruları çözmek için etkili strateji kullanımını destekleyen bir öz anlayış geliştirmektedir. Ancak özel öğrenme güçlüğü olan öğrenciler genellikle bu öz bilgiden yoksun kalmaktadır. Özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin problem çözümlerinde olgunlaşmamış, ilkel stratejileri kullanmaları üstbilişsel becerilerinin zayıf kalmasına neden olmaktadır. Gelişimsel gecikme hipotezine göre, özel öğrenme güçlüğü olan öğrenciler, üstbilişin göstergelerinden olan tahmin ve değerlendirme konusunda tipik gelişim gösteren akranlarına göre daha az gelişim göstermektedir (Desoete, 2001). Tahmin becerileri, öğrencilerin problemlerde yer alan görev zorluklarını üstbilişsel olarak tahmin etmelerini sağlamaktadır. Bu şekilde, öğrenciler zor görevler üzerinde istikrarlı bir şekilde çalışırken daha kolay görevlerde daha hızlı çalışmaktadır. Ayrıca tahmin becerileri, çocukların belirli problemleri diğer problemlerle ilişkilendirmelerini, bir görevi yerine getirmek için gerekli koşullar hakkında sezgisel bilgi geliştirmelerini ve matematiksel problem çözmede görünen ve gerçek zorlukları ayırt etmelerini sağlamaktadır. Değerlendirme, bir olay meydana geldikten sonra gerçekleşen, öğrencilerin hangi stratejilerin kullanıldığına ve istenen sonuca yol açıp açmadığına baktıkları üstbilişsel yansımalar olarak tanımlanmaktadır. Değerlendirme becerileri, öğrencilerin kendi performanslarını değerlendirmelerini, görev performanslarını diğerlerininkilerle karşılaştırmalarını ve problem çözme sürecindeki hataları keşfetmelerini sağlamaktadır.

Tahmin ve değerlendirme becerileri, ölçümleme, sayı hissi, öğrenme yargıları, zorluk hissi gibi kavramlar ile yakından bağlantılıdır (Desoete, Roeyers ve Huylebroeck, 2006).

Özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilere matematik işlemlerinde ve problem çözümünde kulanabilecekleri gelişmiş stratejiler öğretilerek, bu öğrencilerin tipik gelişim gösteren akranları ile olan üstbilişsel farklılıkları azaltılabilmektedir (Garrett, Mazzocco ve Baker, 2006).

2.4. Öz- yeterlik

Bandura'nın (1986) sosyal bilişsel teorisine göre, öğrencilerin akademik görevleri yerine getirme yeteneklerine veya öz yeterlik inançlarına ilişkin yargıları, bu tür görevleri yerine getirme yeteneklerini yordamaktadır. Öz yeterlik algısı, kişinin belirlenmiş hedeflere ulaşmak için eylem planlarını düzenleme ve yürütme konusundaki yeteneklerine ilişkin kişisel yargıları olarak tanımlanmaktadır (Bandura, 1997). Zimmerman (2000)'a göre öz yeterlik algısı ölçümlerinde, kişinin fiziksel veya psikolojik özellikleri gibi kişisel niteliklerinden ziyade performans yeteneklerine odaklanılmaktadır. Örneğin problem çözmeye yönelik bir öz yeterlik ölçeği dolduranlar, kişisel olarak kim oldukları veya genel olarak kendileri hakkında ne hissettikleri ile değil, aritmetikteki kesir problemlerini çözme gibi verilen görev taleplerini yerine getirme yetenekleri bakımından değerlendirilmektedirler. Öğrenme veya bir görevi yerine getirme konusunda kendilerini yeterli hisseden öğrenciler, öğrenme yeteneklerinden şüphe duyan öğrenciler ile karşılaştırıldığında, derse daha çabuk katılmakta, daha çok çalışmakta, zorluklara daha uzun süre dayanmakta ve daha yüksek bir başarı sergilemektedirler (Schunk ve Pajares, 2002). Öğrenciler, öz yeterliklerini değerlendirmek için gerçek performanslarından, dolaylı (gözlemsel) deneyimlerinden, ikna biçimlerinden ve fizyolojik tepkilerinden yararlanmaktadırlar.

Bandura (1997), yeterlik beklentilerinin dört ana yolla kazanıldığını ve değiştirildiğini varsaymaktadır. Bunlar, geçmişteki performans başarıları, etkili modellere maruz kalma ve bunlarla özdeşleşme, diğerlerinin desteği ve sözlü ikna ile erişim, görev performansı bağlamında duygusal veya fizyolojik uyarılma deneyimleridir. Bu dört etkinlik bilgisi kaynağı, biretin performansını etkileyen performans yargılarını etkilemek için sürekli ve karşılıklı olarak etkileşime girmektedir.

Öz yeterlik algısı, çeşitli görevlerde düşünce kalıplarını ve performansı etkileyen kilit bir faktör olarak tanımlanmaktadır (Bandura, 1997). Örneğin, öz yeterlik algısı, aktivite seçimini, görev azmini, harcanan çaba düzeyini ve nihayetinde elde edilen başarı derecesini etkilemektedir. Bilgi eksikliği veya gelişmiş stratejisi kullanımındaki yetersizlikler, özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin düşük öz yeterlik algısı geliştirmesine sebep olmaktadır.

Öz yeterlik algısının öğrencinin performansı ile uyumlu hale getirilmesi, öğrencinin görevleri başarılı bir şekilde tamamlamasına yardımcı olmaktadır. Özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin öz yeterlik algıları, bu öğrencilerin öğrenme yaşantılarını ve verilen görevleri yerine getirme düzeylerini etkilemektedir (Urfali Dadandi ve Şahin, 2018). Özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin akademik alanlarda gösterdikleri beklenenden düşük perfomans düzeyleri, ilgili disipline karşı bir öz yeterszlik algısı geliştirmelerine sebep olmaktadır. Matematik öz yeterlik algısına yönelik yapılmış çalışmalarda, matematik başarısı ile matematik öz yeterlik algısının ilişkili olduğu vurgulanmaktadır (Kitsantas, Cheema ve Ware, 2011; Öztürk ve Şahin, 2015). Matematiksel problemlerin çözümünde üstbilişsel stratejilere sıklıkla başvuran, sayılar ve işlemler arasındaki ilişkilere dair farkındalıkları yüksek olan, sayısal modellemeleri ve farklı gösterimleri kullanabilen öğrencilerin matematiksel öz yeterliklerinin yüksek olduğu alanyazında belirtilmektedir (Kurtuluş ve Öztürk, 2017). Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrenciler ise düşük öz yeterlik algıları sebebi ile problemlere şüheli yaklaşmakta, strateji kullanımlarını sınırlamakta, esnek düşünme ve tahmin becerileri yerine daha kurallı ve sabit çözümler aramaktadırlar (Klassen, 2002). Sayı hissi gelişimi destekleyen ve problem çözümlerinde sonuca ulaşmayı kolaşlaştıran stratejilerin kullanımı bu öğrencilerin öz yeterlik düzeylerinde bir artış yaratmaktadır (Larsen ve Jang, 2021).

2.5. Bilgisayar Destekli Öğretim

Frenzel (1980), Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ)'i, yazılı ve görsel bilgilerin bir bilgisayar tarafından bir öğrenciye mantıksal bir sırayla sunulduğu süreç olarak tanımlamaktadır. BDÖ ile, öğrencilere anında geri bildirim verme, öğrencinin düzeyine uygun olarak materyalde düzenleme yapabilme gibi faydalarından yararlanılarak, öğrenmeyi en üst düzeye çıkarmak hedeflenmektedir (Stultz, 2013). BDÖ, çeşitli konuları öğretmek için farklılaşan tasarım ve işleyişleri ile değişken bir yapıya sahiptir. En sık kullanılan BDÖ programları, uygulama-alıştırma ve oyun tipi tasarımlardır.

Uygulama-alıştırma tasarımları ile özellikle, öğrencilerin yetersiz olduğu alanlar üzerinde çalışmaları için bilgilerin tekrar tekrar gözden geçirilmesine odaklanılmaktadır (Molnar, 1997). Bazı öğrencilerin dikkatini çekmeyebileceği olasılığı bu tasarımların sınırlılığı olarak kabul edilmektedir (Pereira, Baranauskas, & da Silva, 2013).

Oyun tipi tasarımlar, uygulama-alıştırma sistemlerine bir alternatif sağlamaktadır. Bu programlarda, video oyun ortamlarında yaygın olarak bulunan yüksek çözünürlüklü grafikler, ses efektleri ve değişen arka planlar gibi çeşitli unsurlar öğretim amacı ile kullanılmaktadır (Okolo, 1992). Oyun tipi tasarımlar, öğrencilerin dikkatini daha uzun süre tutmaya yardımcı

olmakta ve öğrencinin öğrenme sürecinden zevk almasını sağlamaktadır (Stetter ve Hughes, 2011).

2.5.1. Bilgisayar Destekli Öğretim'in Faydaları

Bilgisayar destekli öğretim, ele alınan birçok zorluğun hafifletilmesine yardımcı olduğu için özel gereksinimli bireyler ile çalışmak için yararlı bir araç olarak kabul edilmektedir (Ortega Tudela ve Gómez Ariza, 2006). Multimedya materyalleri işitsel ve görsel bilgilerin erişimini kolaylaştırmak için kullanılabilecek, birleştirilmiş tek bir formatın entegrasyonuna izin vermektedir (Bartolome´, 1994). Bucley (1995)'e göre bilgisayar destekli öğretim ile hem görsel hem işitsel duyulara hitap edilmesi öğrenmeyi hızlandırmaktadır. Öğrencilere akılda tutulması gereken bilgileri, sistematik olmayan ve tekrar eden bir formatta sunduğu için BDÖ ile yaşanan öğretimsel sınırlamalar azaltılmaktadır. Özel gereksinimli öğrencilerin çoğunda görülen dikkat eksiklikleri sebebiyle, verilen bir görevin unsurlarına odaklanmak için yardıma ihtiyaç duydukları düşünülmektedir (Nadel, 1988). Bu nedenle, BDÖ'in kullanılması yoluyla verilen işin bireyselleştirilmesi ve sıralanması, bu zorluklara çözüm üretmeye yardımcı olmaktadır.

BDÖ'in bir diğer faydası, sağladığı motivasyon gücüdür. BDÖ'in özel eğitime ihtiyacı olan öğrencilerin davranış ve öğrenmeleri üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır (Chen ve Bernard-Opitz, 1993). BDÖ'de kullanılan multimedya materyalleri, soyut düşünme becerisindeki eksikliklerin üstesinden gelmeye yardımcı olabilecek dinamik sunum yapıları (hareket halindeki nesneler vb.) ile öğrenmenin hızlanmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca, özel gereksinimli bireylerin bilgiye erişme ve öğrenme süreçlerini kolaylaştırmaktadır (Ortega-Tudela, 2005).

2.5.2. Bilgisayar Destekli Öğretimde Dijital Oyunların Yeri

Son yıllarda, teknoloji, eğitimde giderek daha önemli bir rol oynamaya başlamıştır. Eğitim içerisinde teknolojinin yaygınlaşmasıyla birlikte eğitici sitelerin sayısı da artmıştır. Başlangıçta bu siteler çoğunlukla yazılı metinlerden ve dijital formattaki kitaplardan oluşmaktaydı. Son birkaç yılda, etkileşimli ve öğrenmeyi eğlenceli hale getirdiği kanılarıyla yeni tür eğitim web siteleri ortaya çıkmıştır. Bu web siteleri genellikle eğlence endüstrisinin alanlarından biri olan bilgisayar oyunlarından esinlenilerek hazırlanmaktadır. Bazı eğitim disiplinleri, konu bağlamları nedeniyle oyun formatında kullanılmaya daha uygun görünmektedir. Metin ve hareketsiz görüntüler tarih gibi disiplinlerin öğretilmesini amaçlayan sitelerde kullanılma eğilimindeyken, animasyonlu ve etkileşimli oyunlar özellikle matematik

gibi neden sonuç ilişkisinin ön planda olduğu disiplinlerin öğretimi için tasarlanmış sitelerde kullanılmaktadır (Scanlon, Buckingham ve Burn, 2005).

Son 25 yılda matematik eğitiminde soyut hesaplamalardan günlük yaşam matematiğine doğru bir hareket oluşmuştur. Matematiğin günlük yaşam bağlamında öğretiminin, öğrencilerin okul dışında karşılacakları matematiksel gereksinimlere hazırlayacakları düşünülmektedir (Fokides, 2018). Bununla birlikte, gerçek dünya değişkenlerini sunan ancak soruları yanıtlarken değişkenlerin dikkate alınmasını fiilen engelleyen yaklaşımlardan uzaklaşılmaktadır. Bu doğrultuda, etkileşimli bilgisayar oyunları, bağlam içinde matematiği öğretmek açısından önemli bir potansiye sahiptir (Papastergiou, 2009).

Oyun temelli öğrenme, oyunların günlük öğretimde kullanılabileceği fikri, eğitimin tüm kademlerinde ve neredeyse tüm konularda farklı donanım ve materyal destekleri ile uygulanmaya başlamıştır (Prensky, 2001). Eğitim uygulamalarının oyun içerisine entegre edilmesiyle öğrenmeye olan ilgi, motivasyon ve tutumların olumlu yönde arttırılması hedeflenmektedir (Robertson ve Miller, 2009). Dijital oyunların uzun vadede öğrencilerin öğrenme konusuna yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilemesinin yanı sıra öğrencilere anında geri bildirim sunması, yeni kavram ve stratejileri keşfetmeye teşvik etmesi gibi olumlu yanları da bulunmaktadır (Kirriemuir, 2002).

2.6. Normal Gelişim Gösteren ve Özel Gereksinimli Öğrencilerle Yapılmış Sayı Hissine Yönelik Çalışmalar

Cheung ve Yang (2020), araştırmalarında, altıncı sınıf öğrencilerinin sayı hissi performanslarını ve matematikteki kavram yanılgılarını incelemişlerdir. Araştırma altıncı sınıfa devam eden 942 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak üç aşamalı sayı hissi testi kullanılmıştır. Testin ilk aşaması sayı hissini ölçmeye yönelik hazırlanmış çoktan seçmeli sorulardan, ikinci aşama çoktan seçmeli sorulara verdikleri cevapları içeren nedensellik açıklamalarından, üçüncü aşama ise öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplardaki eminlik seviyelerini ölçmektedir. Öğrenciler sayı hissinin "sayısal büyüklükleri tanıma" ve "Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirme" alt bileşenlerinde en yüksek puanları elde etmiştir. Düşük performans gösteren öğrencilerin, testin üçüncü aşamasındaki öz yeterlik bölümünde elde ettikleri puanlar yüksek çıkmıştır. Bu bulgu öğrencilerde matematik kazanımlarına dair ciddi kavram yanılgılarının olabileceği şeklinde yorumlanmıştır.

Sarı ve Olkun (2020) çalışmalarında, matematik öğrenme güçlüğü riski altında olan çocukların sayı hissi becerilerini geliştirmeyi amaçlamışlardır. Çalışma deneysel araştırma yöntemlerinden biri olan ön test-son test kontrol gruplu desen üzerinden planlanmıştır. Aratırmanın örneklemini 4. sınıfa devam eden orta sosyo ekonomik düzeydeki ailelerin çocukları oluşturmaktadır. Araştırmaya dahil edilen çocukların belirlenmesinde matematik başarı testi, hesaplama performansı testi, zihinden sayı doğrusu testi ve RAVEN SPM testi kullanılmıştır. Deneysel süreçte sayı hissini geliştirmeye yönelik oluşturulmuş bilgisayar oyunları kullanılmıştır. Oyunlar öğrenciler ile haftada 2 saat olmak üzere toplam 6 saat oynanmıştır. Analiz, deney grubunun hem tahmin kesinliğinde hem de matematik başarısında bir artış olduğunu göstermiştir. Deneysel süreçte oynanan oyunlar sadece büyüklüğün uzamsal temsilinin öğretilmesine yardımcı olmakla kalmamış, aynı zamanda gelişmiş bir matematik başarısına da yol açmıştır.

Marga, Kusmayadi ve Fitriana (2020) yaptıkları çalışmada, yedinci sınıf öğrencilerinin sayı hissi problemlerinin çözümünde kullandıkları stratejileri ve hesaplama yöntemlerini incelemiştir. Araştırma nitel araştırma yöntem ve teknikleri ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın örneklemini yedinci sınıfa devam eden 30 öğrenci oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak 12 problemin yer aldığı bir test kullanılmıştır. Puanlama yapılırken, cevaplanmayan sorulara 0 puan, yanlış cevaplanan sorular 1 puan, doğru cevaplanan ancak nedeni açıklanmayan yanıtlar 2 puan, doğru cevaplanan ve kısmi açıklama yapılan yanıtlar 3 puan, doğru cevaplanan ancak klasik çözüm yöntemleri kullanılan yanıtlar

4 puan, doğru cevaplanan ve sayı hissinin kullanıldığı yanıtlara 5 puan verilmiştir. Araştırma sonuçları, yüksek düzeyde sayı hissine sahip öğrencilerin formülsüz ve standart olmayan hesaplama yöntemlerini kullandıklarını, düşük ve orta düzeyde sayı hissi becerisine sahip öğrencilerin ise standart, derste öğrendikleri yöntemleri kullanmayı tercih ettikleri görülmüştür.

Singh, Rahman, Ramly ve Hoon (2019) araştırmalarında, ortaöğretim düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin sayı hissi becerilerini incelemişlerdir. Araştırma, 14 yaş grubu ve 16 yaş grubu olmak üzere 215 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Veriler McIntosh, Reys ve Reys (1992) tarafından geliştirilen 50 sorudan oluşan sayı hissi testi ile toplanmıştır. Puanlama kriteri, doğru yanıt için 1 puan, yanlış yanıt için 0 puan olarak belirlenmiştir. Araştırma bulgularına göre 14 yaş grubu öğrencilerinin sayı hissi testinden aldıkları ortalama puan 22,59, 16 yaş grubu öğrencilerin sayı hissi testinden aldıkları ortalama puan 24,85 olarak tespit edilmiştir. Öğrencilerin sayı hissi testinden aldıkları puanlar ile matematik dersi notlarının ilişkili olduğu belirtilmiştir. Araştırma sonuçları, sayı hissine yönelik günlük yaşam durumlarının matematik müfredatındaki yerinin arttırılmasının öğrencilerin matematik başarısına katkı sağlayacağı şeklinde yorumlanmıştır.

Kyaw ve Thein (2018) gerçekleştirdikleri çalışmada, ortaokul öğrencilerinin sayı hissi becerileri ile matematik problemlerini çözme performansları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırmaya, yedinci sınıfa devam eden 600 öğrenci katılmıştır. Veri toplama aracı olarak 40 sorudan oluşan sayı hissi testi ve 10 problemden oluşan problem çözme becerileri testi kullanılmıştır. Öğrencilerin en düşük puanları "Sayıların ve işlemlerin çoklu gösterimlerini kullanabilme" alt bileşeninde, en yüksek puanları ise "İşlemlerin sayılar üzerindeki göreceli etkisini anlama" bileşeninde aldıkları görülmüştür. Öğrencilerin %69,3'ünde orta düzeyde bir sayı hissi becerisi ve öğrencilerin %73,7'sinde orta düzeyde bir problem çözme becerisinin olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlara göre, öğrencilerin sayı hissi becerileri ile problem çözme performansları arasında yüksek düzeyde pozitif korelasyon (0.607) olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar, sayı hissi becerileri gelişkin olan öğrencilerin problem çözme performanslarının da yüksek olacağı şeklinde yorumlanmıştır.

Yang (2018) yaptığı çalışmada, dördüncü sınıf öğrencilerinin sayı hissiyle ilgili soruları cevaplarken kullandıkları yöntemleri incelemiştir. Araştırmaya Tayvan'da öğrenim gören matematik dersinde yüksek başarı gösteren 4, orta düzeyde başarı gösteren 2 ve düşük düzeyde başarı sergileyen 2 öğrenci olmak üzere toplam 8 öğrenci katılmıştır. Öğrencilerden veriler bireysel görüşmeler ile toplanmıştır. Sayıların ve işlemlerin temel anlamını anlama, sayıların büyüklüğünü tanıma, sayıları oluşturup- ayrıştırma ve hesaplanan bir sonucun akla

makullüğünü değerlendirme bileşenlerinden oluşan 12 maddelik bir görüşme formu kullanılmıştır. Görüşme soruları bir matematik uzmanı ve iki ilkokul öğretmeni tarafından incelenmiştir. Görüşmeler sonucu elde edilen bulgulara göre, öğrencilerin başarı seviyelerinden bağımsız olarak, sayı hissi sorularını çözerken büyük ölçüde standart yazılı hesaplama yöntemlerine başvurdukları görülmüştür. Araştırmada belirtilen diğer bir önemli bulgu, öğrencilerin okul sınıflarında öğrendikleri matematiksel bilgileri gerçek hayat problemlerini çözmek için kullanmakta zorlandıkları şeklindedir. Sonuçlar araştırmaya katılan öğrencilerin sayı hissi becerileri bakımından yetersiz olduklarını ve sayı hislerini geliştirecek stratejilerin kullanımına dair herhangi bir çabalarının olmadığını göstermektedir.

Ruter (2015) çalışmasında, sayı konuşmalarının ikinci sınıf öğrencilerinin sayı hissi becerileri üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırmanın örneklemini, 24 deney grubu ve 23 kontrol grubu olmak üzere toplam 47 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırma deneysel araştırma yöntemlerinden ön test-son test kontrol gruplu desen üzerinden tasarlanmıştır. Uygulama oturumları 4 haftalık bir süreyi kapsamaktadır. Bu sürede matematik dersleri sayı konuşmaları ile işlenmiştir. Kontrol grubu öğrencileri alışıldık düzende derslerini işlemeye devam etmiştir. Veri toplama aracı olarak zengin matematik görevleri testi kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre deney grubu ile kontrol grubu son test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Lemonidis ve Kaiafa (2014) araştırmalarında, öğrencilerin kesirli ve yüzdeli zihinsel hesaplamalara ilişkin sayı duyularını, öğrencilerin işlemlerdeki performanslarını ve hatalarını, öğrencilerin kesir ve yüzdelerle zihinsel hesaplama yaparken kullandıkları stratejileri ve öğrencilerin kesir ve yüzdelerle zihinsel hesaplama becerileri ile problem çözme becerileri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırmaya Yunanistan'da öğrenim gören 5. Sınıf düzeyi 290 ve 6. Sınıf düzeyi 172 olmak üzere toplam 462 öğrenci dahil edilmiştir. Uygulama okul saatleri dışında gerçekleştirilmiştir. Uygulama oturumlarında iki zihinden hesaplama görevi ve üç sözel problem kullanılmıştır. Öğrencilerden zihinsel hesaplama görevlerinde ve problemlerin çözümünde iki ayrı çözüm yolu sunmaları istenmiştir. Araştırmanın sonuçları göre, beşinci ve altıncı sınıf öğrencilerinin kesirler ve yüzdelerle ilgili olarak zayıf bir sayı hissine sahip oldukları tespit edilmiştir. Öğrencilerin çoğunlukla kural tabanlı stratejileri kullanmayı tercih ettikleri tespit edilmiştir.

Alsawaie (2012), yaptığı çalışmada, matematik dersinde yüksek başarı gösteren öğrencilerin kullandıkları sayı hissine yönelik stratejileri incelemiştir. Çalışmaya 6. Sınıfa devam eden otuz öğrenci dahil edilmiştir. Veriler 10 sorudan oluşan bir ölçme aracı ile toplanmıştır. Öğrenciler ile yapılan bireysel görüşmeler ile veriler toplanmıştır. Öğrencilerden

toplanan 300 cevap incelendiğinde, yanıtların %40'ının doğru olduğu, doğru cevapların da %51'inde sayı hissi temelli stratejilerin kullanıldığı tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin kural temelli stratejilere daha sık başvurduğu görülmüştür.

Dyson, Jordan ve Glutting (2013), yaptıkları araştırmada, anaokulu öğrencilerine yönelik bir sayı hissi müdahale programı geliştirmiş ve düşük gelirli ailelerden gelen ve matematik öğrenme güçlüğü riski altında olan çocuklar üzerindeki etkililiğini ölçmüştür. Erken sayı hissi, okul matematiğinde sonraki başarının güçlü bir yordayıcısı olarak kabul görmektedir. Düşük gelirli ailelerden gelen birçok çocuk, zayıf denilebilecek veya az sayıda kazanılmış yeterlik ile birinci sınıfa başlamaktadır. Bu durum onları başarısızlık döngüsü riski altında bırakmaktadır. Bu çalışma ile düşük gelirli anaokullarına devam eden çocukların sayı hislerini geliştirmeye yönelik 8 haftalık bir müdahale programı geliştirilmiştir. Araştırma ön test-son test kontrol gruplu deneysel desen üzerinden planlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 56 deney ve 65 kontrol grubu olmak üzere toplam 121 anaokul öğrencisi oluşturmaktadır. Çocuklar deney veya kontrol grubuna rastgele seçkisiz olarak atanmıştır. Müdahale, küçük gruplar halinde, 30 dakikalık oturumlar halinde, haftada 3 gün, toplam 24 oturum olarak gerçekleştirilmiştir. Veriler yaklaşık 20 dakika süren sayı hissi görevleri şeklinde toplanmıştır. Deney grubunda yer alan çocukların son test puanlarının, kontrol grubundaki çocukların son test puanlarından anlamlı düzeyde farklılaştığı tespit edilmiştir. Ayrıca son testten hemen sonra uygulanan standart bir matematik hesaplama testinde deney grubu çocukları kontrol grubu çocuklarından daha iyi performans göstermiştir. Bu bulgu, çocukların müdahale sırasında edindikleri bilgileri daha az aşina oldukları, daha geleneksel yazılı formatlara aktardıklarını göstermektedir.

Rotem ve Henik (2020) yaptıkları araştırma da matematik öğrenme güçlüğü olan ve normal gelişim gösteren çocukların çarpım olguları ve sayı hissini incelemiştir. Çalışmaya psikoloji ve eğitim bilimleri alanında eğitim gören 24 lisans öğrencisi, 72 normal gelişim gösteren öğrenci (ikinci, dördüncü ve altıncı sınıf) ve 32 matematik öğrenme güçlüğü olan (altıncı ve sekizinci sınıf) öğrenci katılmıştır. Matematik öğrenme güçlüğüolan çocuklarda altıncı ve sekizinci sınıfa odaklanılmasının sebebi normal gelişim gösteren çocukların çarpım ağının bu sınıflara gelindiğinde tamamlanmış olmasıdır. Araştırmada yaş yerine sınıfa göre aritmetik gelişim bildirilmiştir. Uygulama simülasyonu beş gruptan oluşan 120 tane çarpma işlemini içermektedir. Her öğrenciye problemler iki kere sorulmuştur. Laptop ekranında siyah arka planına yeşil soru cümleleri yansıtılmıştır. Öğrencinin soruya cevap vermesi için süre kısıtlaması bulunmamaktadır. Uygulamalar bireysel olarak yapılmış ve her bir uygulama yaklaşık 40 dakika sürmüştür. Uygulama süresince deneyi yapan araştırmacı öğrencinin 60 cm

ilerisinde, öğrenciyi rahatsız etmeden kullandığı çarpım stratejilerini gözlemleyebilecek şekilde oturmuştur. Her denemede, katılımcı problemi çözmek için gözle görülür şekilde hesaplamış, saymış veya parmak kullanmışsa strateji "hesaplama" olarak sınıflandırılmıştır. Katılımcı herhangi bir prosedürü açıkça kullanmadıysa ve yanıtı hemen verdiyse, strateji "geri çağırma" olarak sınıflandırılmıştır. Araştırmacı sınıflandırma konusunda şüpheye düştüğünde, strateji "diğer" olarak sınıflandırılmıştır. Normal gelişim gösteren ikinci sınıf öğrencileri ile matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sorular zorlaştıkça hata yapma oranlarının anlamlı şekilde arttığı diğer gruplarda ise anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Altıncı sınıfa devam eden Matematik öğrenme güçlüğüöğrenciler parmak sayma gibi klasik stratejileri en fazla kullanan grup olmuştur. Daha sonra sırasıyla sekizinci sınıf Matematik öğrenme güçlüğüöğrenciler ve NGG ikinci sınıf öğrenciler klasik stratejileri kullanan gruplar olmuştur. Sınıf düzeyi arttıkça NGG öğrencilerin zihinden geri çağırmayı daha sık kullandığı tespit edilmiştir. Bu niteliksel değişim sınıf düzeyi ile birlikte nesnelerin sayısal özelliklerine artan duyarlılığı ve dolayısıyla daha gelişmiş bir sayı duyusunu göstermektedir. Matematik öğrenme güçlüğüolan çocukların NGG gösteren yaşıtlarına göre birçok şekilde kendini gösteren kalıcı bir sayı duyusu eksikliğine sahip olduğu belirtilmiştir. Özellikle çarpma işlemlerinde yaptıkları hataların NGG gösteren yaşıtlarına göre daha az mantıklı ve daha fazla sayıda olduğu tespit edilmiştir.

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

Yılmaz Yenioğlu (2019) araştırmasında, zihin yetersizliği olan çocukların sayı hissini geliştirmede doğrudan öğretim yöntemine dayalı etkinlik paketininin etkililiğini incelemiştir. Araştırma 8,9,12 yaşlarında, hafif düzeyde zihinsel yetersizliği olan üç çocuk ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma, tek denekli araştırma modellerinden yoklama evreli çoklu yoklama modeli ile tasarlanmıştır. Araştırma sonuçları, zihin yetersizliği olan çocukların sayı hissini geliştirmede doğrudan öğretim yöntemine dayalı etkinlik paketinin etkili olduğunu göstermiştir.

Wong, Ho ve Tang (2017), yaptıkları araştırma ile Matematik öğrenme güçlüğüolan öğrenciler ile düşük akademik başarı gösteren NGG akranlarını ve akademik bir yetersizliği olmayan NGG akranlarını, sembolik olmayan sayı işleme süreci ve sayı büyüklüklerini haritalandırma bakımından karşılaştırmıştır. Bu öğrenciler anaokulundan birinci sınıfa kadar bir yıl süresince takip edilmiştir. Üç katılımcı grubu sayı hissi ve sayısal büyüklük haritalandırma (sayı tahmini, zihisel sayı doğrusu ve sembolik karşılaştırma) açısından üç kez değerlendirilmiştir. Araştırmaların bulguları sayı duyusu eksikliği hipotezini destekler niteliktedir. Sonuçlar, Matematik öğrenme güçlüğüolan çocukların sayı hissi alt bileşenlerinde bozulmalar olduğunu göstermiştir. Matematik öğrenme güçlüğüolan çocuklar hem sembolik olmayan sayısal işleme sürecinde hem de sayısal büyüklük eşlemesinde eksiklikler gösterirken, NGG akranları yalnızca sayı büyüklük eşlemesinde yetersizlik göstermiştir.

Sood ve Jitendra (2013), araştırmalarında hazırladıkları sayı hissi programının anaokulu öğrencilerinin sayı yeterlikleri üzerindeki etkililiğini incelemiştir. Aynı zamanda öğrencilerin sayı hissi gelişimlerini matematik öğrenme güçlüğünün bir risk faktörü olarak da incelemişlerdir. Müdahale programıyla sayılar arası ilişkilerin (uzamsal, daha fazla, daha az vb.) geliştirilmesi hedeflenmiştir. Sosyoekonomik düzeyi düşük olan öğrencilerin yer aldığı bir ilköğretim okulunda öğrenim gören matematik öğrenme güçlüğü riski altında olan 43, risk altında olmayan 58 toplam 101 anaokulu öğrencisi örneklem olarak seçilmiştir. Matematik öğrenme güçlüğü riski altında olan ve olmayan gruplar kendi içlerinde deney ve kontrol grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Araştırma 4 grup şeklinde yürütülmüştür. Araştırma yarı deneysel araştırma yöntemi üzerinden tasarlanmıştır. Veriler erken sayı hissi gelişimi (EN-CBM) ölçeği ile toplanmıştır. Sonuçlar, risk altında olmayan deney grubundaki çocukların en iyi performansı sergilediğini göstermiştir. Ayrıca sonuçlar, matematik öğrenme güçlüğü riski altındaki öğrencilerin deney grubunun, uzamsal ilişkiler dışında diğer alt testlerden aldıkları puanların kontrol grubundan daha yüksek puan aldığını göstermiştir.

Dyson, Jordan ve Glutting (2013) düşük gelirli kentsel ailelerden gelen, yüksek riskli çocuklara hizmet veren beş okuldaki 121 anaokulu çocuğu için 8 haftalık sayı hissi müdahalesinin etkinliğini incelemek için ön test, son test ve gecikmeli son test tasarımını kullanmıştır. Katılımcılar, deney veya kontrol grubuna rastgele atanmıştır. Müdahale,30 dakikalık küçük grup oturumları şeklinde, haftada 3 gün, toplam 24 oturumda gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, müdahale grubunun, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, son testte ve gecikmeli son testte erken matematik becerilerinde ve standart bir hesaplama testinde anlamlı kazanımlar elde ettiğini göstermektedir.

Jordan, Glutting, Dyson, Hassinger-Das ve Irwin (2012) yaptıkları çalışma ile küçük grup sayı hissi müdahale programının düşük sosyo ekonomik düzeyli topluluklardan gelen yüksek riskli anaokulu öğrencilerinin üzerindeki etkisini incelemiştir. Toplam 132 öğrenci, sayı hissi müdahale grubuna, dil müdahale grubuna ve kontrol grubuna rastgelen atanmıştır. Sayı hissi programı haftada 3 gün 30 dakikalık oturumlar ile toplam 24 oturum uygulanmıştır. Araştırmanın sonuçları, araştırmaya katılan tüm öğrencilerin sayı hislerinde gelişme görülürken, sayı hissi müdahale grubunda yer alan öğrencilerin sayı hissi becerilerini daha başarılı bir şekilde sergilediklerini göstermiştir. Gecikmeli son testin sonuçları, müdahale grubundaki öğrencilerin, müdahaleden 8 hafta sonra becerileri koruduklarını göstermiştir. Öztürk, Durmaz ve Derya (2019) matematik öğrenme güçlüğü yaşayan ortaokul öğrencilerine sayı hissi konuşmalarının öğrencilerin sayı duyusu gelişimi üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, parmak kullanarak sayma yapan ve şipşak sayılamada zorluk çeken matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı konuşmaları sonrası toplama ve çıkarmada ilerleme kaydettiği bazı öğrencilerin parmak kullanımını azalttığı vurgulanmıştır.

Yang, Hsu ve Huang (2004) yaptıkları çalışma ile tasarlanmış bir matematik müfredatının altıncı sınıf öğrencilerinin sayı hisleri üzerindeki etkililiğini incelemiştir. Araştırmanın genel sonuçları, sayı duyusu etkinliklerinin öğretilmesinin çocukların sayı hissi bilgilerini geliştirmede etkili ve yararlı olduğunu göstermiştir.

Arnold, Fisher, Doctoroff ve Dobbs (2002) tarafından yapılan bir çalışmada okul öncesi öğrencilerin erken matematik becerilerini (sayma, tanıma ve yazma, vb.) geliştirmek için tasarlanmış bir sayı hissi müdahale programı uygulanmıştır. Bir okul öncesi kurumunda eğitim alan 112 çocuk ile araştırma gerçekleştirilmiştir. Seçilen okul öncesi kurumda 6 yarım gün ve 2 tam gün eğitim verilen toplam 8 sınıf bulunmaktadır. Yarım gün ve tam gün eğitim alan öğrenciler eşleştirilmiştir. Öğrenciler deney (n=56 ve kontrol (n=56) seçkisiz olarak atanmıştır. Müdahale programı 6 hafta süresince öğrencilere sınıf ortamında uygulanmıştır. Erken Matematik Becerisi Testi – İkinci Baskı (TEMA-2) ‘den elde edilen son test verileri deney ve kontrol grubu öğrencileri arasında anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir. Araştırmanın sonuçları, deney grubundaki öğrencilerin erken matematik becerilerinde kontrol grubundaki öğrencilere göre anlamlı bir artış olduğunu göstermiştir. Deney grubu puanlarını 3.67 puan artırırken, kontrol grubunda sadece 0.84 puanlık bir iyileşme görülmüştür. Bu artış, deney grubunun kontrol grubuna göre dört kat daha fazla öğrendiğini göstermektedir. Markovits ve Sowder (1988) bir diğer araştırmada, zihinsel hesaplamayı vurgulayan bir öğretim programının sayı hissi üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu çalışmada, araştırmacılar, zihinsel hesaplamayı, ustalaşılması gereken bir dizi beceriden daha fazlası olarak görmektedir.

Zihinsel hesaplamayı, sayı ve işlem kavramlarına dayalı çoklu stratejilerin kullanımını içeren üst düzey düşünme olarak ifade etmişlerdir. Çalışma dördüncü sınıfa devam eden 10 ve altıncı sınıfa devam eden 10 toplam 20 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Uygulanan programın içeriği öğrencilerin standart olmayan stratejileri keşfetmesi ve kullanması üzerine oluşturulmuştur. Öğrencilerden veriler yarı yapılandırılmış görüşmeler ile toplanmıştır. Görüşmelerde toparlanan ön test ve son test verilerinin analiz sonuçları, öğrencilerin kağıt kalem algoritmaları ve kuralları kullanma oranlarının %72,5'ten %35'e düştüğünü göstermiştir. Diğer yandan, standart olmayan yöntemlerin kullanım oranlarının %7,5'ten %51,5'e yükseldiği görülmüştür. Öğrencilerin problem çözme hızlarının 42 saniyeden 19 saniyeye indiği belirtilmiştir. Araştırma sonuçları arasında sorulara doğru cevap verme oranında artma olduğu bilgisine de yer verilmiştir.

Yang (2003) tarafından yapılan bir başka çalışmada, uygun öğretim tekniklerinin benimsenmesinin sayı hissi üstündeki etkisi incelenmiştir. Tayvan'da bir devlet okulunda öğrenim gören 75 beşinci sınıf öğrencisi ile çalışma gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler seçkisiz olarak deney (n=37) ve kontrol (n=38) grubuna atanmıştır. Her grupta bulunan öğrenciler kendi içlerinde, performans seviyelerine göre yüksek (en üst %10), orta (%40-%60) ve düşük (alt %10) şeklinde başarı gruplarına ayrılmıştır. Her düzeyden rastgele seçilen iki öğrenci ile müdahale öncesi ve sonrası ve ardından dört ay sonra tekrar görüşme yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının her ikisi içinde ön test ve son test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Sonuçlar Öğretim sonrası deney grubunda puanların %44, kontrol grubu için puanların sadece %10 arttığını göstermiştir.

Yang (2002), sayı duyusunu geliştirmede sınıf söyleminin önemini inceleyen gözlemsel bir çalışma yürütmüştür. Araştırma 6. Sınıfa devam eden 29 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, öğretmen sınıfa beş gruba ayırmış ve öğrencilere 3/8 ve 7/13'den hangisinin 1/2'ye yakın olduğunu belirlemesini gerektiren zorlu bir problem sunmuştur. Öğrencilerden önce problemi grupları içerisinde tartışmaları ve ardından yanıtları tüm sınıfla paylaşmaları istenmiştir. Sonuçlar, grup çalışmasından sonra öğrencilerin performansının arttığını ve öğretim tamamlandıktan altı ay sonra tartışma ve anlamanın korunduğunu göstermiştir.

Markovits ve Sowder (1994) tarafından yedinci sınıf öğrencilerinin sayı hislerini geliştirmeye yönelik yaptıkları araştırmadır. Çalışma sınıf başarısında ortalamada yer alan 12 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Yazılı ölçümler ve görüşmelerdeki öğrenci performanslarından elde edilen verilere göre, son test ve kalıcılık testi puanlarının ön test puanlarından daha yüksek olduğu görülmüştür. Sonuçlar, öğrencilerin müdahaleyi takiben sayı duyusunu yansıtan

stratejileri kullanma olasılıklarının daha yüksek olduğunu ve öğretim ünitelerinin tamamlanmasından altı ay sonra bu stratejileri kullanmaya devam ettiklerini göstermiştir.

2.7. Normal Gelişim Gösteren ve Özel Gereksinimli Öğrencilerle Yapılmış Matematiksel Üstbiliş Farkındalığa Yönelik Çalışmalar

Oğuz ve Kutlu-Kalender (2018), yaptıkları çalışmada, ortaokul öğrencilerinin üstbilişsel farkındalıkları ile öz yeterlik algıları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırma içerisinde çeşitli değişkenler de konu bağlamında ele alınmıştır. Çalışma ilişkisel tarama modeli üzerinden planlanmıştır. Çalışma 6-8. Sınıf arası 370 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. "Çocuklar için üstbilişsel farkındalık ölçeği" ve "çocuklar için öz yeterlik ölçeği" veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Araştırma bulguları, ortaokul öğrencilerinin iyi düzeyde üstbilişsel farkındalığa ve öz yeterlik algısına sahip olduğunu göstermiştir. Cinsiyete ve öğrenim görülen sınıfa göre öğrencilerin üstbilişsel farkındalıkları ve öz yeterlikleri arasında anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları öğrencilerin üstbilişsel farkındalıkları ile öz yeterlik algıları arasında pozitif yönde bir ilişki olduğunu göstermiştir.

Özkubat ve Özmen (2018) araştırmalarında, öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin matematik problemi çözerken kullandıkları bilişsel ve üstbilişsel stratejileri değerlendirebilmek için sesli düşünme protokolünü açıklamışlardır. Çalışmada önce Montague'nin matematik problemi çözme modelinde yer alan bilişsel stratejiler ve üstbilişsel stratejiler açıklanmıştır. Daha sonra sesli düşünme protokolü tanıtılmış ve değerlendirmede nasıl kullanılacağı açıklanmıştır.

Sweeney (2010) çalışmasında, problem çözme süreci bağlamında bilgi, deneyim ve beceri olmak üzere üstbilişin üç bileşenini araştırmış ve öğrenme güçlüğü olan öğrenciler, düşük başarılı öğrenciler ve ortalama başarı gösteren öğrenciler arasındaki farklılıkları incelemiştir. Araştırma 8. Sınıfa devam eden 82 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Üstbilişsel işleyişi değerlendirmek için öğrencilere yapılandırılmış bir görüşme ve bir anket uygulanmıştır. Ayrıca matematik problemi çözme becerilerini değerlendirmek için öğrencilere 10 maddelik sözel problem çözme testi uygulanmıştır. Bulgularda üstbilişsel bilgi ile üstbilişsel beceri arasında negatif yönde bir ilişki olduğu belirtilmiştir. Sonuçlar, Öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin diğer öğrenci gruplarından farklı bir üstbilişsel işlev modeli sergilediklerini göstermiştir.

Mastrothanais, Kalianou, Katsifi ve Zouganali (2018), yaptıkları çalışmada, özel öğrenme güçlüğü olan ve olmayan öğrencilerin üstbilişsel stratejileri kullanma durumlarını bazı değişkenler açısından incelemiştir. Araştırmanın örneklemini 5. ve 6. Sınıfa devam eden 58 özel öğrenme güçlüğü olan ve 187 tipik gelişim gösteren öğrenci olmak üzere toplam 245

öğrenci oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak çocuklar için üstbilişsel farkındalık ölçeğini kullanmışlardır. İki gruptaki öğrenciler üstbilişsel stratejilerin kullanımı açısından çeşitli benzerlikler ortaya koymuşlardır. İki grup arasında görülen farklılaşmanın nicel veya niteliksel sonuçlar ile değil, bu stratejilerin kullanım sıklığından kaynaklandığı görülmüştür. Kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre üstbilişsel bilgi yerine bilişi düzenleme stratejilerine daha sık başvurduğu araştırmanın sonuçları arasında verilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre tipik gelişim gösteren öğrenciler öğrenme güçlüğü olan akranlarına göre üstbiliş unsurlarını kullanma konusunda daha yeterli olsalar da her iki grubun da üstbilişsel stratejilerin kullanımı konusunda derinlemesine zorluklar yaşadığı görülmüştür.

Çekirdekçi, Şengül ve Doğan (2018), çalışmasında sayı hissi ve üstbiliş kavramları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırma verilerin sentezlenmesine dayalı bir alanyazın taraması şeklinde tasarlanmıştır. Bireylerin bilgiye ulaşabilmeleri için problem çözme, kendi öğrenmelerini organize etme, edindikleri bilgileri yeni durumlara aktarma, akıl yürütme, eleştirel düşünme, yaratıcı ve özgün stratejiler geliştirme, esnek düşünme, tahminde bulunma ve zihinsel hesaplama gibi becerilere sahip olmalarının gereklilikleri açıklanmıştır. Sayı hissinin ve üstbilişin esnek düşünmeye dayalı beceriler olduğu belirtilmiştir. Teorik incelemeler sonucunda sayı hissi ve üstbilişin hem matematik başarısını hem de matematiksel düşünmeyi desteklediği sonucuna varılmıştır.

Desoete (2001), araştırmasında ilkokul çağındaki çocukların üstbilişsel stratejiler kullanma düzeyleri ile matematiksel problem çözme becerileri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırmanın örneklemini ilkokul 3. Sınıfa devam eden 59 matematik öğrenme güçlüğü olan öğrenci ve 26 tipik gelişim gösteren öğrenci oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak 10 sözel problemden oluşan bir problem çözme testi, 200 matematiksel işlemden oluşan bir hesaplama testi ve üstbilişsel farkındalık ölçeği kullanılmıştır. Veriler öğrencilerden bireysel olarak toplanmıştır. Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin tamamında üstbilişsel stratejilerin kullanımında bir eksiklik tespit edilmiştir. Araştırmacı bu sonucu, üstbilişsel becerilerin matematik öğrenme güçlüğünün bir yordayıcısı olabileceği şeklinde yorumlamıştır.

2.8. Normal Gelişim Gösteren veya Özel Gereksinimli Öğrencilerle Yapılmış Öz yeterlik Algısına Yönelik Çalışmalar

Sevgi ve Alpaslan (2020) yaptıkları çalışmada, sayı hissine yönelik öz yeterlikleri ile matematiğe yönelik duyuşsal giriş özelliklerini incelemiştir. Tarama modeli ile gerçekleştirilen çalışmanın örneklemini ortaokul 7. Sınıf ve 8. Sınıfa devam eden toplam 228 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmanın verileri Alkaş Ulusoy ve Şahiner (2017) tarafından

geliştirilen “Sayı Duyusuna Yönelik Öz Yeterlik Ölçeği” ve Çalışkan ve Serçe (2016) tarafından geliştirilen “Matematiğe Yönelik Duyuşsal Giriş Özellikleri Ölçeği” ile toplanmıştır. Öğrencilerin matematiğe yönelik duyuşsal giriş özellikleri ile sayı duyusuna yönelik öz yeterlikleri arasında negatif yönde (-,056) anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Öğrencilerin sayı duyusuna yönelik öz yeterliklerinin cinsiyete göre farklılaşmadığı tespit edilmiştir.

Ulusoy (2020), araştırmasında, sayı hissi temelli öğretimin altıncı sınıf öğrencilerinin öz yeterliklerine ve performanslarına etkisini incelemiştir. Çalışma deneysel araştırma yöntemlerinden ön test-son test kontrol gruplu desen üzerinden planlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 6. Sınıfa devam eden deney grubunda 34 kontrol grubunda 35 öğrenci olmak üzere toplam 69 öğrenci oluşturmaktadır. Müdahale programı 15 haftalık bir süreyi kapsamaktadır. Araştırma sonuçlarına göre deney grubunda yer alan öğrencilerin sayı hissi becerileri, matematiksel günlük yaşam durumlarını algılama ve problem çözme becerilerinin geliştiği ve kontrol grubu ile anlamlı bir farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin matematik öz yeterliklerinde, sayı hissine yönelik öz yeterliklerinde ve matematik başarılarında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir.

Yarar, Es ve Gürefe (2018) çalışmalarında, ortaokul öğrencilerinin sayı hissi ve öz yeterlikleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırma karma araştırma yöntemi üzerinden tasarlanmıştır. Araştırma ortaokul her sınıf düzeyinde öğrenim gören toplam 106 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın verileri “Sayı Duyusuna Yönelik Öz Yeterlik Ölçeği” ve “Sayı Duyusu Başarı Testi” ölçekleri ile toplanmıştır. Sonuçlar sınıf düzeyi ilerledikçe sayı duyusuna yönelik öz yeterliklerinin azaldığını göstermiştir. Öğrencilerin sayı hissi başarı testinden aldıkları puanlar ile sayı duyusuna yönelik öz yeterlik ölçeğinden aldıkları puanlar arasında orta düzeyde anlamlı bir ilişki olduğu belirtilmiştir.

Takır (2016) çalışmasında, 6-8. Sınıf öğrencilerinin sayı hissi becerilerini bazı değişkenler (sınıf düzeyi, cinsiyet ve matematik öz yeterlik algıları) açısından incelemiştir. Araştırmaya 6-8. Sınıf düzeyinde öğrenim gören 286 öğrenci dahil edilmiştir. Araştırmanın verileri Sayı Duyusu ve Matematik Özyeterlik Algısı ölçekleri ile toplanmıştır. Araştırma sonuçları, ortaokul öğrencilerinin sayı hislerinin zayıf olduğunu ve kural temelli yöntemleri kullandıklarını göstermiştir. Cinsiyet ve sayı duyusu arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Sınıf düzeyi arttıkça sayı hissinin arttığı belirtilmiştir. Öz yeterlik ölçeğinin bazı alt boyutları ile sayı hissi arasında olumlu bir ilişki olduğu gösterilmiştir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli

Araştırma, nicel araştırma yöntemlerinden yarı deneysel desenlerden ön ve son test kontrol gruplu desen üzerinden planlanmıştır. Eğitim alanında yürütülen bazı deneysel araştırmalarda gruplara seçkisiz atama yapılamamaktadır. Araştırmacı yapay bir grup oluşturamadığında deney ve kontrol grubunu belirleyebilmek için deneysel işlemini yarı deneysel desende yürütmektedir (Creswell, 2017). Uygulanan programın kalıcılığını ve günlük yaşamdaki yansımalarını görmek amacı ile araştırma boylamsal olarak ele alınmıştır.

Tablo 2. Ön ve Son Test Kontrol Gruplu Desen

		Ön test	**Uygulama**	**Son test**	**1. izleme**	**2. izleme**	**3. izleme**	**Ara uygulama**	**4. izleme**
Gd	R	Q1	X	Q3	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
Gk	R	Q2	-	Q4					

Gd: Bilgisayar destekli matematik programı uygulanan deney grubu

Gk: Kontrol grubu

R: Deneklerin gruplara yansız atanması

Q1 ve Q3: Deney grubunun ön ve son test ölçümleri

Q2 ve Q4: Kontrol grubunun ön ve son test ölçümleri

Q8: Hatırlatıcı dersler

Q5, Q6, Q7 ve Q9: Deney grubunun kalıcılık testi ölçümleri

X: Deney grubuna uygulanan program

3.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu İzmir ilinde ortaokula devam eden, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrenciler oluşturmaktadır. Belirlenen ön koşullar doğrultusunda 17 öğrenci

deney, 17 öğrenci kontrol grubunda olmak üzere toplam 34 öğrenci çalışma grubuna dahil edilmiştir.

Çalışma grubu belirlenirken öğrencilerde bazı önkoşul beceriler aranmıştır. Bu önkoşul beceriler;

- Özel öğrenme güçlüğü tanısının olması,
- Zeka puanının raporunda yer alması,
- İkinci bir tanı veya bozukluğun bulunmaması (Dikkat eksikliği, hiperkativite, disleksi vb.),
- Özel eğitim öğretmeni tarafından matematik öğrenme güçlüğü olduğuna dair aday gösterilmesi,
- Panamath algısal tahmin testinde (Halberda, Mazzocco ve Feigenson, 2008) beklenen performansın altında kalması,
- Zihinden tam ve yaklaşık hesap yapma (hesaplama performansı) testinde (Olkun, Yıldız, Sarı, Uçar ve Aybala Turan, 2014) beklenen performansın altında kalması şeklinde tanımlanmıştır.

Panamath algısal tahmin testi, sayı hissini ve yaklaşık sayı sistemi yeteneğini görsel olarak ölçen bir ölçme aracıdır. Panamath algısal tahmin testinin uygulanması için 5 dakika verilmektedir. Testin sonuçları yaşınızın performans düzeyinden uzaklaşma yüzdenizi ve olası risklerinizi rapor olarak sunmaktadır.

Hesaplama performans testi aritmetik işlemleri içeren bir testtir. Bu testin her bir işlem sütunu için öğrencilere 1 dakika verilmiştir. Bu süre zarfında cevapladıkları soru sayısı not edilmiştir. Doğru cevap sayıları yüzde olarak hesaplanmış ve beklenen performans düzeyi ile karşılaştırılmıştır. Öğrencilerin 1 dakika içinde verdikleri doğru cevapların ortalaması toplama işlemi için 8.3, çıkarma işlemi için 7.1, çarpma işlemi için 4.5 ve bölme işlemi için 1.3 olarak hesaplanmıştır. Öğrencilere ait demografik bilgilere tablo 3 ve tablo 4'de yer verilmiştir.

Tablo 3. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Demografik Bilgileri

Gruplar	Zeka puanı ortalaması	Yaş ortalaması	Cinsiyet dağılımı	Okul türü

Deney grubu	94,8	11,9	Erkek:9 Kız:8	Devlet: 12 Özel: 5

Tablo 4. Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Demografik Bilgileri

Gruplar	Zeka puanı ortalaması	Yaş ortalaması	Cinsiyet dağılımı	Okul türü
Kontrol grubu	101,6	11,8	Erkek: 11 Kız: 6	Devlet: 15 Özel: 3

3.3. Veri Toplama Süreci ve Araçları

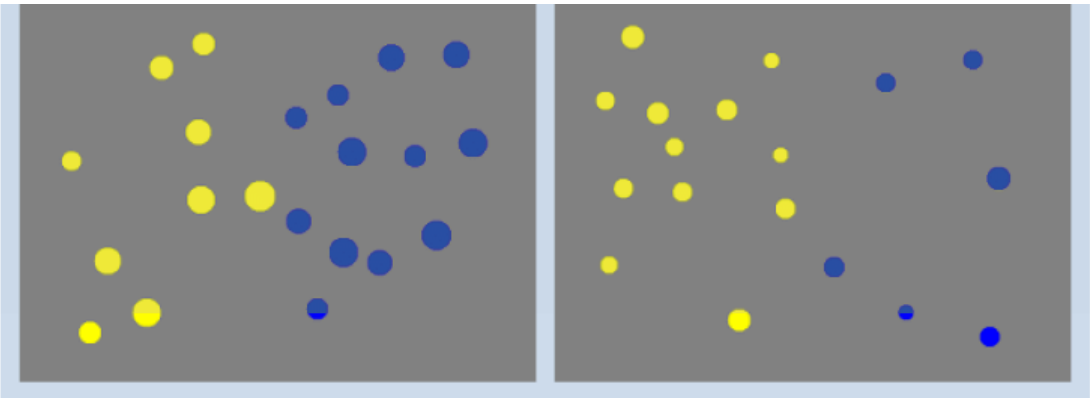
3.3.1. Veri Toplama Araçları

Araştırmada kullanılan veri toplama araçları, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencileri belirleme ölçekleri, bilgisayar destekli matematik programının etkililiğini belirleme ölçekleri ve sosyal geçerliliğin sağlanmasına yönelik ölçekler olarak gruplandırılmıştır.

3.3.1.1. Matematik Öğrenme Güçlüğü Olan Öğrencileri Belirlemeye Yönelik Kullanılacak Ölçme Araçları

1. Panamath algısal tahmin testi: Halberda ve ark. (2008) tarafından geliştirilen algısal tahmin testi, bilgisayar veya tablet aracılığı ile bireylerin yaklaşık sayma becerilerini ve tahmin etme yeteneklerini ölçmektedir. Panamath testi 2-99 yaş arası herkes tarafından kullanılabilmektedir. Test ekrana yansıyan nokta kümelerinden ve zihinsel sayı doğrusu sorularından oluşmaktadır. Test, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin tespiti için ölçütler sunmaktadır. Panamath testinin daha iyi anlaşılması için örnek bir ekran kesiti aşağıdaki şekil 3'de verilmiştir.

Şekil 3. Panamath Testi Ekran Görüntüsü



Panamath programı şekil 3'de görüldüğü üzere aynı veya farklı büyüklüklerde olan mavi ve sarı nokta kümelerinin karşılaştırılmasını içeren görevlerden oluşmaktadır. Bu görevlerle öğrencinin yaklaşık sayma duyarlılığı yanıtlama süresi, doğru yanıtlama ve weber kesri değişkenleri üzerinden ölçülür. Belirlenen süreye göre atanan görev sayısı, girilen yaşa göre görevlerin zorluk düzeyleri değişmektedir. Araştırma süresince Panamath testinin süresi sabit 10 dakika olarak belirlenmiştir. Çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin Panamath testinde elde ettikleri weber kesri puan ortalamaları tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. Grupların Kümeleme Analizinde Elde Edilen Weber Kesri Ortalamaları

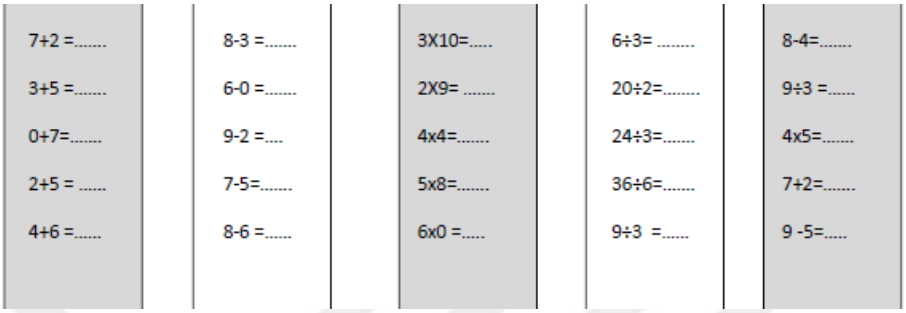
Gruplar	n	Weber kesri Ortalaması
Deney Grubu	17	0.21
Kontrol Grubu	17	0.23

Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin Weber kesri ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (p=.609).

2.Hesaplama performansı testi: Hesaplama performans testi DeVos' (1992) tarafından geliştirilen ve Olkun, Can ve Yeşilpınar (2013) tarafından Türkçe uyarlaması yapılan aritmetik işlemleri içeren bir testtir. Test, toplama, çıkarma, çarpma, bölme işlemlerini içeren 4 sütundan ve tüm işlemlerin karışık bir sıra ile bir arada verildiği 5. Bir sütundan oluşmaktadır. Her bir sütun 20 işlem içermektedir. Hesaplama performansı testinde öğrenci işlemleri zihinden yapmaktadır. Her bir sütun için öğrencilere 1 dakika verilerek bu sürede kaç işleme doğru

cevap verdikleri hesaplanmaktadır. Öğrenci bir işleme 5 saniye içinde cevap veremediğinde sıradaki işleme geçilmektedir. Testin bir kesiti aşağıdaki şekil 4'te verilmiştir.

Şekil 4. Hesaplama performansı testinden bir kesit



Çalışma grubunda yer alan öğrencilerin hesaplama performansından elde etikleri puanların ortalaması tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Çalışma Grubunda Yer alan Öğrencilerin Hesaplama Performansı Puan Ortalamaları

Gruplar	Toplama işlemi	Çıkarma işlemi	Çarpma işlemi	Bölme işlemi	Karışık işlemler
Deney grubu	12,1	10,3	7,5	4,7	11,6
Kontrol grubu	12,6	10,7	7,4	5,1	11,9

3.3.1.2. Bilgisayar destekli matematik programının etkililiğini belirlemeye yönelik kullanılan ölçme araçları

1. Üç aşamalı sayı hissi testi: Araştırmacı tarafından ortaokul düzeyi öğrencilerin sayı hissi becerilerini ölçmek amacıyla üç aşamalı sayı hissi testi geliştirilmiştir. Test, 5-8. sınıf düzeyi öğrenciler için geliştirilmiştir. Test soruları oluşturulmadan önce sayı hissi ve bileşenlerini içeren araştırmalar kronolojik sırayla incelenmiştir. Daha sonra sayı hissi becerisini ölçmeye yönelik geliştirilmiş araçlar incelenmiştir. Araştırmacılar zamandan tasarruf etmeyi amaçlayarak, yazılı bilgi değerlendirme biçimlerini kullanmışlardır. Öğrencilerin kendi formülleri ile cevap üretmesi, ölçülmek istenen değişkenin incelenmesi açısından uygun görülmüştür (Berch, 2005). Bu biçim ile, araştırmacılara öğrencilerin kavram yanılgılarını gözlemleme şansı verilmiştir. Bununla birlikte, zamanla, bu biçimler kavram yanılgılarını belirlemek için yetersiz görülmeye başlanmıştır (Whitacre, Henning ve Atabaş, 2020).

Öğrencilerin tam cümleler yazmaya ve ayrıntılı cevaplar vermeye isteksiz oldukları tespit edilmiştir (Der Ching Yang ve Tsai, 2010; Yang, 2007). Süre kısıtlaması sebebiyle öğrencilere az sayıda açık uçlu soru sorulabilmektedir. Bu gibi sebeplerden dolayı çoktan seçmeli sorulardan oluşan testler araştırmacılar arasında popüler hale gelmiştir (Çekirdekçi, Şengül ve Doğan, 2016). Bu araştırma tasarımları, çok sayıda konuyu kapsayabildikleri ve çok sayıda görev içerebildikleri için zaman açısından oldukça verimli bulunmuştur (McIntosh ve ark., 1997; Singh, 2009). Ancak bu format, doğru cevabı tahmin etme olasılığının yüksek olması nedeniyle eleştirilmektedir (Yang ve Li, 2008). Bu nedenle araştırmacılar yeni bir test formu, yani iki ya da üç aşamalı görevlerden oluşan testler geliştirmiştir (Yang, 2019). İki aşamalı testler iki bölümden oluşmaktadır. İlk kısım çoktan seçmeli soruların bulunduğu içerik problemlerini içerirken, ikinci kısım görevin ilk aşamasında sunulan problemin makul bir açıklamasını içermektedir. Çok aşamalı testler, öğrencilerin doğru cevabı tahmin etme olasılığını azaltmaktadır. İki aşamalı testlerin kullanımı, öğretmenlerin ve araştırmacıların yalnızca öğrencilerin kavram yanılgılarını anlamalarına değil, aynı zamanda bunların arkasındaki mantığı keşfetmelerine de olanak tanımaktadır (Peşman ve Eryılmaz, 2010). İlaveten, bu testler uygulamaya uygun olduklarından ve gerçekleşmesi için gereken sürenin mevcut öğretim süresini minimum düzeyde tuttuğundan, çok sayıda konudaki kavram yanılgılarının verimli ve basit bir şekilde incelenmesini ve değerlendirilmesini kolaylaştırmaktadır. İki aşamalı testler yoluyla elde edilen sonuçlar, kavram yanılgıları ile bilgi eksikliği arasındaki ve anlama ile şanslı tahminler arasındaki farklılığı gösterme konusunda yeterli görülmediği için "içerik" ve "neden" aşamalarına ek olarak "güven" aşaması olarak adlandırılan yeni bir katman daha eklenerek üç aşamalı testler oluşturulmuştur (Caleon ve Subraminiam, 2010; Yang ve Lin, 2015). Testlere üçüncü aşamanın eklenmesi, öğrencilerin özgüvenleri hakkında değerli bilgiler sağlamaktadır (Peşman ve Eryılmaz, 2010). Öğrenci birinci ve ikinci aşamada verdiği cevaplardan emin değilse doğru cevapların tahmin sonucu olduğu sonucuna varılabilmektedir. Diğer yandan sadece bir aşamada doğru yanıtı veren ve cevabından emin olduğunu belirten bir öğrencide kavram yanılgısının olabileceği düşünülmektedir (Milenković, Hrin, Segedinac ve Horvat, 2016). Üç aşamalı testler, öğrencilerdeki kavram yanılgılarını ve bilimsel bilgi eksikliklerini büyük ölçüde azaltmakta ve çalışma sonuçlarının geçerliliğini önemli ölçüde artırmaktadır (Stankov ve Crawford, 1997; Sia, Treagust ve Chandrasegaran, 2012). Kuramsal bilgiler ve alanyazın taraması sonucunda, Yang (2019) tarafından geliştirilmiş üç aşamalı sayı hissi testinden yola çıkarak, ülkemiz ortaokul matematik müfredatına uygun bir sayı hissi testinin geliştirilmesine karar verilmiştir. Testin geliştirilmesi sürecinde;

1) Üç aşamalı sayı hissi testinin alt bileşenlerinin belirlenmesi,

2) Ülkemiz ortaokul matematik programında yer alan kazanımların sayı hissi ile ilişkili olanlarının belirlenmesi,

3) Sayı hissi ile ilişkili olduğu tespit edilen kazanımlara yönelik matematik sorularının oluşturulması,

4) Testin güvenirlik ve geçerliliğinin yapılması, adımları takip edilmiştir.

Üç aşamalı sayı hissinin alt bileşenlerine karar vermek için alanyazın taraması yapılmıştır. Sayı hissinin, araştırmacılar tarafından çeşitli şekillerde tanımlanmış olmasına rağmen alt bileşenlerine dair görüş birliğinin büyük ölçüde sağlandığı görülmüştür (Sowder, 1992; Markovits ve Sowder, 1994; McIntosh ve ark., 1997; Yang ve Li, 2008; Faulkner ve Cain, 2009; Yang, 2019). Bu alt bileşenler,

- Sayıların ve işlemlerin temel anlamlarını anlama becerisi,
- Sayı büyüklüklerini tanıma yeteneği,
- Sayıların ve işlemlerin çoklu gösterimlerini kullanabilme yeteneği,
- İşlemlerin sayılar üzerindeki göreli etkilerini tanıyabilme yeteneği,
- Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirme becerisi şeklinde sıralanmaktadır.

Sayı hissi bileşenlerinin belirlenmesinden sonra, beşinci sınıftan sekizinci sınıfa kadar olan matematik programlarındaki sayı hissi ile ilişkili kazanımlar incelenmiştir. Kazanımlar ile sayı hissi alt bileşenleri arasındaki uyum için bir alan uzmanından ve bir matematik öğretmeninden görüş alınmıştır. Görüşler, kazanımların ve sayı hissi bileşenlerinin yer aldığı bir form ile toplanmıştır. Bu formda, her bir kazanım ve ilişki kurulan sayı hissi alt bileşeni için, uyumlu, uyumlu değil ve açıklama kutucuklarına yer verilmiştir. Araştırmacı, alan uzmanı ve matematik öğretmeni tarafından uyumlu bulunan ortak kazanımların sayı hissi ile ilişkili olduğu kabul edilmiştir. Süreç sonunda ortaokul matematik programında, beşinci sınıfa ait 31 kazanımın, altıncı sınıfa ait 33 kazanımın, yedinci sınıfa ait 28 kazanımın ve sekizinci sınıfa ait 25 kazanımın sayı hissi ile ilişkili olduğu kanaatine varılmıştır.

Sayı hissi ile ilişkili kazanımlara yönelik sorulardan oluşan 60 soruluk bir havuz araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Soruların uygunluğu konusunda iki alan uzmanından görüş alınmıştır. İlaveten, testte yer alması beklenen soru sayısı için iki özel eğitim uzmanından, bir matematik öğretmeninden ve bir alan uzmanından görüş alınmıştır. İlk aşama

için, sayı hissinin her bir alt bileşenine yönelik sekizer soru olmak üzere toplam 40 soru belirlenmiştir.

Testin geçerliliği için üç matematik öğretmeninden, bir özel eğitim uzmanından ve bir alan uzmanından görüş alınmıştır. Uzmanların ve öğretmenlerin, taslak testte yer alan maddeleri kapsam geçerliliği bakımından değerlendirmesi istenmiştir. Soruların geçerliliğine ilişkin uzman görüşleri, açık uçlu sorulardan oluşan bir uzman değerlendirme formundan yararlanılarak alınmıştır. Uzman değerlendirme formu, "uygun" ve "uygun değil" şeklinde iki cevaplı bir cevap formatı kullanılarak hazırlanmıştır. Uygun değil cevabının işaretlenmesi halinde nedeninin açıklama bölümüne yazılması istenmiştir. Her birinin dönütleri doğrultusunda testteki sorular tekrar gözden geçirilmiş ve gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda testin, her bir alt bileşen için 5 olmak üzere toplam 25 sorudan oluşmasına karar verilmiştir. Çoktan seçmeli soruların çeldiricileri alanyazındaki kavram yanılgılarından yararlanılarak üç matematik öğretmeni ile birlikte oluşturulmuştur.

Testin pilot uygulaması 5. sınıfa devam eden 32 öğrenci, 6. sınıfa devam eden 28, 7. sınıfa devam eden 29 ve 8. sınıfa devam eden 17 öğrenci olmak üzere toplam 106 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama sonrası Excel programı üzerinden hesaplanan madde güçlüğü ve madde ayırt edicilik indeksi sonuçları aşağıdaki tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Ortaokul Öğrencilerine Uygulanan Üç Aşamalı Sayı Hissi Testinin Madde Analizi Sonuçları

Soru No	Madde Güçlüğü	Ayırt Edicilik İndeksi
1	0,64	0,46
2	0,28	0,33
3	0,51	0,36
4	0,64	0,49
5	0,51	0,50
6	0,76	0,50
7	0,58	0,63
8	0,77	0,45
9	0,29	0,42
10	0,46	0,39
11	0,65	0,54
12	0,74	0,40

13	0,45	0,55
14	0,72	0,43
15	0,65	0,45
16	0,52	0,49
17	0,35	0,37
18	0,46	0,49
19	0,72	0,51
20	0,41	0,39
21	0,30	0,41
22	0,44	0,45
23	0,25	0,53
24	0,78	0,35
25	0,59	0,33
Ort. $\bar{x}$	0,54	0,45

Madde güçlüğü değeri sıfıra yaklaştıkça soru zorlaşmakta, bire yaklaştığında ise soru kolaylaşmaktadır. Testin güvenirliğinin güçlenmesi açısından madde güçlüğünün 0,5 düzeyinde olması yani testin sorularının genel olarak orta güçlükte sorulardan oluşması beklenmektedir. Bunun yanında testlerde kolay ve zor düzeyde sorulara da yer verilmektedir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz, Demirel, 2010). Testte yer alan maddeler aşağıdaki tabloda güçlük düzeylerine göre gruplandırılmıştır. Üç aşamalı sayı hissi testinin ortalama güçlüğü 0.54 olarak hesaplanmıştır. Bulunan değerin 0.50'ye yakın olmasından dolayı orta güçlükte bir test olarak kabul edilmiştir.

Tablo 8. Üç Aşamalı Sayı Hissi Testinde Yer Alan Soruların Güçlük Düzeyleri

	Kolay	Orta	Zor
Soru maddeleri	1,4,6,8,11,12,14,15,19,24	3,5,7,10,13,16,18,20,22,25	2,9,17, 21,23

Soruların ayırt edicilik indekslerinin 0,30-0,40 arasında olması, teste verdikleri cevaplar ile alt ve üst grupta yer alan öğrencileri iyi düzeyde ayırt ettiğini ve indeks puanlarının 0,40 ve üzerinde olması ayırt ediciliğin çok iyi düzeyde olduğunu ifade etmektedir (Büyüköztürk ve ark., 2010). Üç aşamalı sayı hissi testinin madde ayırt edicilik indeksleri incelendiğinde 25 sorunun da iyi ve çok iyi düzeyde ayırt ediciliğe sahip olduğu görülmektedir.

Pilot çalışma ile testin ön analizleri tamamlandıktan sonra, üç aşamalı sayı hissi testi, 5. sınıfa devam eden 143 öğrenci, 6. sınıfa devam eden 126 öğrenci, 7. sınıfa devam eden 117 öğrenci ve 8. sınıfa devam eden 113 öğrenci olmak üzere toplam 499 öğrenciye uygulanmıştır. Uygulama sonrası testin Kr-20 güvenirlik katsayısı hesaplanmış ve 0,74 olarak bulunmuştur.

Testin uygulanışı ve puanlama

Öğrenme güçlüğü olan öğrencilere test bireysel olarak uygulanmış ve herhangi bir süre kısıtlamasında bulunulmamıştır. Öğrencilerin testi tamamlaması ortalama 50 dakika sürmektedir. Üç aşamalı sayı hissi testinde yer alan bir madde örnek olarak aşağıdaki şekil 5'de verilmiştir.

Şekil 5. Üç Aşamalı Sayı Hissi Testi Örnek Madde

1. 71008 = (8 × 1) + (□ × 100) + (7 × 10000) ise □ = ?

A) 0
B) 1
C) 10
D) 100

A şıkkını şeçtim Çünkü:	1.	□ simgesi yüzler basamağını temsil ediyor bu yüzden sıfır olmalıdır.
	2.	Çözümlemede sıradaki rakam sıfır olmalıdır.
	3.	Bir tahminde bulundum.

B şıkkını şeçtim Çünkü:	1.	□ simgesi binler basamağını temsil ediyor bu yüzden 1 olmalıdır.
	2.	Çözümlemede sıradaki rakam 1 olmalıdır.
	3.	Bir tahminde bulundum.

C şıkkını şeçtim Çünkü:	1.	1000 yerine 100 ile çarpıldığı için 1 yerine 10 yazılmalıdır. 1 × 1000 = 10 × 100
	2.	(8 × 1) + (□ × 100) + (7 × 10000) = 71008 olması için kare 10 olmalıdır. Yani 70000+ 1000+8
	3.	Çözümlenecek rakamlar 7, 10 ve 8 dir. Bu sebeple cevap 10 olur.
	4.	Bir tahminde bulundum.

D şıkkını şeçtim Çünkü:	1.	□ simgesi yüzler basamağını temsil ediyor bu yüzden 100 olmalıdır.
	2.	7, 100 ve 8 çözümlenmiştir. Çözümlemede sıradaki sayı 100 olmalıdır.
	3.	Bir tahminde bulundum.

Cevabınızın doğruluğundan ne kadar eminsiniz?

Çok eminim	**Eminim**	**Kararsızım**	**Emin değilim**	**Hiç Emin Değilim**

Testin puanlaması üç aşamada yapılmaktadır. Soruların ilk aşaması doğru ve yanlış şeklinde; nedensellik bölümü olarak adlandırılan ikinci aşama, kademeli puanlama şeklinde; son aşama olan özgüven bölümünde verilen cevap ile güven seviyesi arasındaki orana bakılmıştır. Testin puanlama sistemi ayrıntı olarak aşağıdaki tablo 9'de açıklanmıştır.

Tablo 9. Üç Aşamalı Sayı Hissi Testi Puanlama Tablosu

1. ve 2. Aşamalar					
Çoktan Seçmeli Cevap (1. Aşama)	Doğru cevap 4 Puan				Yanlış Cevap 0 Puan
Neden Cevapları (2. aşama)	Sayı Hissi temelli 4 Puan	Kural temelli 2 Puan	Kavram yanılgısı 1 Puan	Tahmin 0 Puan	0 Puan
Toplam Puan	8 Puan	6 Puan	5 Puan	0 Puan	0 Puan
3. Aşama					
Yeterlik aşaması	Çok eminim	Eminim	Kararsızım	Emin değilim	Hiç emin değilim
Puan	5	4	3	2	1

Özetlersek, test sorusuna doğru cevap öğrenci ilk aşamadan 4 puan alır. Neden kısmında soruyu çözme sebebi olarak sayı hissine yönelik bir açıklama seçerse 4 puan, kural temelli bir açıklama seçerse 2 puan alır. Öğrenci doğru cevap vermiş dahi olsa bir bilgi karmaşasından doğan kavram yanılgısı ile ilişkili cevabı seçerse ikinci aşamadan alacağı puan 1, tahmin sonucu doğru sonuca ulaştı ise alacağı puan 0 olur.

Örnek soru üzerinden açıklarsak, öğrenci cevap olarak C şıkkını işaretlerse ilk aşamadan 4 puan alır. Neden C şıkkını seçtiğine dair birinci açıklamayı yani sayı hissi temelli çözümü seçerse bu aşamadan da 4 puan toplamda 8 puan almış olmaktadır.

2. Matematiksel Üstbiliş farkındalık ölçeği: Kaplan ve Duran (2016) tarafından ortaokul öğrencilerinin matematiksel üstbiliş farkındalıklarını ölçmek için geliştirilmiştir. 23 maddeden oluşan ölçek beşli likert tipinde hazırlanmıştır. Ölçek çalışmasının araştırma grubunu 5-8. sınıf düzeylerinde 159 kız ve 164 erkek olmak üzere toplam 323 öğrenci oluşturmaktadır. Ortaokul Matematik öğretim programındaki kazanımlar üstbiliş kavramına yönelik olarak yeniden şekillendirilmiş ve 45 maddelik bir madde havuzu oluşturulmuştur. Ölçeğin kapsam geçerliliği

çalışması, bir matematik öğretmeni, bir rehberlik öğretmeni ve iki alan uzmanından alınan görüşler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Alınan görüşlerin kodlayıcı tutarlılığı .87 olarak hesaplanmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda amaca uygun olmadığı belirtilen 5 madde çıkarılmıştır. 40 maddelik taslak form 193 ortaokul öğrencisine uygulandıktan sonra ölçeğin güvenirlik ve iç tutarlılık ölçütüne bakılmıştır. Ölçeğin güvenirlik katsayısı α=.905 olarak hesaplanmıştır. Uygulama sonrası ölçek madde sayısı 23 maddeye indirilmiştir. Uygulamadan dört hafta sonra ölçek 130 öğrenciye yeniden uygulanmış ve Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı .909 olarak hesaplanmıştır. Ölçek, matematiksel bilgi, matematiksel izleme ve matematiksel tespit alt boyutlarından oluşmaktadır. Bir öğrencinin bu ölçekten alabileceği en yüksek puan 115 olarak belirlenmiştir. Ölçeğin kümelendirme analiz sonuçlarına göre 23-59 puanları arası kötü, 60-77 puanları arası orta ve 78-115 puanları arası iyi düzeyde bir matematiksel üstbilişi ifade etmektedir.

Tablo 10. Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Ölçeği'nin Cronbach Alpha Güvenirlik Katsayısı

Alt Boyutlar	Madde Numaraları	Güvenirlik Katsayısı
Matematiksel Bilgi	2, 4, 5, 11, 14, 16, 17, 18	.803
Matematiksel İzleme	1, 6, 10, 12, 15, 19, 20, 22	.779
Matematiksel Tespit	3, 7, 8, 9, 13, 21, 23	.753
Toplam	----	.905

3. Sayı duyusuna yönelik öz yeterlik ölçeği: Ulusoy ve Şahinler (2017) tarafından ortaokul öğrencilerinin sayı duyularına yönelik öz yeterliklerini ölçmek için geliştirilmiştir. Beşli likert tipinde hazırlanan ölçek 19 maddeden oluşmaktadır. Ölçek maddeleri oluşturulurken, Yang (1995) tarafından oluşturulan sayı hissi bileşenleri kullanılmıştır. Ölçeğin kapsam geçerliliğini sağlamak için 5 alan uzmanından, iki öğretmenden ve iki akademisyenden görüş alınmıştır. İlk taslak ölçek altıncı sınıfa devam eden beş öğrenciye uygulanmıştır. Öğrencilerden alınan görüşler doğrultusunda gerekli değişiklikler yapılarak taslak ölçek hazırlanmıştır. Daha sonra taslak ölçek, 6. Sınıfa devam eden 304 öğrenciye uygulanmıştır. Ölçeğin çalışma grubunun Kaiser- Meyer-Olkin (KMO) değeri 0,916 olarak hesaplanmıştır. Ölçeğin güvenirlik katsayısı α=.820 olarak hesaplanmıştır. Ölçek, sayıların anlamlarının ve büyüklüklerinin anlaşılmasına

yönelik öz yeterlik, hesaplamada esnekliğe yönelik öz yeterlik, uygulamada esnekliğe yönelik öz yeterlik, zihinden hesap yapma-tahmine yönelik öz yeterlik olmak üzere dört alt bileşenden oluşmaktadır. Bu ölçekten alınabilecek en yüksek puan 95 olarak belirlenmiştir. Ölçeğin alt bileşenleri, madde dağılımları ve örnek maddeleri Tablo 11'de açıklanmıştır.

Tablo 11. Sayı Duyusuna Yönelik Özyeterlik Ölçeği Alt Bileşenleri ve Örnek Maddeleri

Bileşenler	Madde No	Örnek Madde
Sayıların anlamlarının ve büyüklüklerinin anlaşılmasına yönelik özyeterlik	1, 3, 4, 5, 12, 13, 17	Bana iki sayı verildiğinde bunlardan hangisinin üçüncü bir sayıya daha yakın olduğunu kolayca bulabilirim.
Hesaplamada esnekliğe yönelik özyeterlik	8, 9, 15, 16, 18, 20, 22	24 x 25 işlemini yapmam istendiğinde, aklıma 24 sayısını 24 = 6 x 4 şeklinde ayırıp, işlemi 6 x 4 x 25 =6 x 100 şeklinde sonuçlandırmak gibi Pratik bir yol gelir.
Uygulamada esnekliğe yönelik özyeterlik	24, 29, 30	Yol tariff ederken mesafe belirtmekte zorlanmam.
Zihinden hesap yapma-tahmine yönelik öz yeterlik	11, 25	İşlem yapmam gerektiğinde her zaman kağıt va kaleme ihtiyaç duyarım.

3.3.1.3. Sosyal geçerliliği sağlamaya yönelik ölçekler

Öğrenci görüşme formu: Bu form, deney grubundaki öğrencilerin uygulanan program hakkındaki düşüncelerini öğrenmek için yarı yapılandırılmış görüşme tekniğine uygun olarak hazırlanmıştır. Görüşme formlarında kapsam geçerliliği 2 alan uzmanından alınan görüşler ile

sağlanmıştır. Görüşme maddeleri uygun/uygun değil formatı ile değerlendirilmiştir. İki uzmanın uygun bulduğu maddelerde değişiklik yapılmamıştır. Uzmanlardan birisinin uygun bulmadığı bir madde de görüşler doğrultusunda gerekli değişiklikler yapılmıştır. Görüşme formları öğrencilerden uygulama sonunda bireysel olarak toplanmıştır.

Öğretmen görüşme formu: Bu form, öğrencilerin özel eğitim ve uygulama merkezinde derslerine giren öğretmenlerinin, program hakkındaki düşüncelerini öğrenmek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme tekniğine uygun olarak hazırlanmıştır. Görüşme formlarında kapsam geçerliliği 2 alan uzmanından alınan görüşler ile sağlanmıştır. Görüşme maddeleri uygun/uygun değil formatı ile değerlendirilmiştir. İki uzmanın uygun bulduğu maddelerde değişiklik yapılmamıştır. Uzmanlardan birisinin uygun bulmadığı bir madde de görüşler doğrultusunda gerekli değişiklikler yapılmıştır. Görüşme formları öğretmenlerden uygulama sonunda bireysel olarak toplanmıştır.

Ebeveyn görüşme formu: Bu form, ebeveynlerin müdahale programı hakkındaki fikirlerinin alınması amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme tekniğine uygun olarak hazırlanmıştır. Görüşme formlarında kapsam geçerliliği 2 alan uzmanından alınan görüşler ile sağlanmıştır. Görüşme maddeleri uygun/uygun değil formatı ile değerlendirilmiştir. İki uzmanın uygun bulduğu maddelerde değişiklik yapılmamıştır. Uzmanlardan birisinin uygun bulmadığı bir madde de görüşler doğrultusunda gerekli değişiklikler yapılmıştır. Görüşme formları öğretmenlerden uygulama sonunda bireysel olarak toplanmıştır.

3.3.2. Veri Toplama Süreci

Çalışmanın veri toplama süreci, üç aşamalı sayı hissinin geliştirilmesi, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin belirlenmesi, deneysel çalışmanın etkililiğinin belirlenmesi ve çalışmanın sosyal geçerliliğinin belirlenmesi süreçlerini kapsamaktadır.

Üç aşamalı sayı hissinin geliştirilmesi için gerekli izinler alındıktan ve soru maddeleri hazırlandıktan sonra 106 öğrenci ile pilot uygulamada, 499 öğrenciden ise pilot uygulama sonrası testte geri düzenlemeler yapılarak veri toplanmıştır.

Matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin belirlenmesi aşağıdaki şekilde ilerlemiştir.

1) Özel öğrenme güçlüğü olan çocukların eğitim aldığı özel eğitim ve uygulama merkezleri belirlenmiştir.

2) Belirlenen kurumlardaki öğretmenlere araştırmanın amacı açıklanmış ve ortaokul düzeyi matematik öğrenme güçlüğü gösteren öğrencileri aday göstermeleri istenmiştir.

3) Aday gösterilen öğrencilere Panamath algısal tahmin testi ve hesaplama performansı testi bireysel olarak uygulanmıştır.

Deneysel çalışmanın etkililiğine yönelik veriler, uygulamanın başında ve sonunda (öntest-sontest) toplanmıştır. Öğrencilere bireysel olarak üç aşamalı sayı hissi testi, matematiksel üstbiliş farkındalık ölçeği ve sayı duyusuna yönelik öz yeterlik ölçeği uygulanmıştır.

Sosyal geçerliliğin belirlenmesine yönelik hazırlanmış görüşme formları uygulama sonrası öğrenciler, öğretmenler ve ebeveynler ile bireysel görüşülerek araştırmacı tarafından toplanmıştır.

3.4. Uygulama Süreci

3.4.1. Bilgisayar Destekli Matematik Programı Hazırlama Süreci

Bilgisayar destekli matematik programının hazırlanma süreci aşağıdaki sırayla gerçekleştirilmiştir.

Konu bağlamı kapsamında alanyazın taraması yapılmıştır. Alanyazın taramasında yurt içinde ve yurt dışında yapılmış makale, tez ve bildiriler incelenmiştir.

Sayı hissi becerisinin alt bileşenleri belirlenmiş ve bu doğrultuda ortaokul matematik öğretim programı incelenerek, sayı hissi kavramı ile ilişkili kazanımlar belirlenmiştir.

Belirlenen kazanımların sayı hissi ve alt bileşenleri ile uyumu bir alan uzmanı ve bir ilköğretim matematik öğretmeni tarafından kontrol edilmiştir.

Öğrencilerin sınıf düzeyleri göz önünde bulundurularak tüm sınıf düzeylerinde ortak olan sayı hissi ile ilişkili kazanımlar seçilmiştir.

Bilgisayarda çevrimiçi kullanılabilen hareketli matematik etkinlikleri ve matematik öğretimi üzerine hazırlanmış bilgisayar oyunları incelenmiştir. Çevrimiçi hareketli matematik etkinlikleri ve oyunları seçilerek, sayı hissinin alt bileşenleri ile eşlenmiştir. Bu oyunların seçilen kazanımlarla uyumu bir matematik uzmanı ve bir matematik öğretmeni tarafından kontrol edilmiştir.

Bu adımlardan sonra hazırlanan bilgisayar destekli matematik eğitimi programının içeriği: Sayıların ve işlemlerin temel anlamlarını anlama, sayıların göreceli ve mutlak

büyüklüklerini anlama, sayıların ve işlemlerin çeşitli (çoklu) gösterimlerini kullanabilme, İşlemlerin sayılar üzerindeki göreceli etkilerini kavrama, esnek stratejiler geliştirme ve işlemsel sonuçların akla yatkınlığını yargılama bileşenlerinden oluşmaktadır.

Pilot uygulama sonrası hazırlanan bilgisayar destekli matematik programına son şekli verilmiştir.

Tablo 12. Bilgisayar Destekli Matematik Programı

Haftalar	Program içeriği	Kazanımlar	Hareketli etkinlikler ve oyunlar
1. Hafta	Temel dört işlem becerileri	-İki doğal sayının toplamını tahmin eder ve tahminini işlem sonucu ile karşılaştırır. -Doğal sayılarla yapılan çıkarma işleminin sonucunu tahmin eder, tahminini işlem sonucuyla karşılaştırır.	-Matematiksel refleksler -Kaçan sayıları yakala -Uçan balon
2. Hafta	Temel dört işlem becerileri	-En çok iki basamaklı bir doğal sayı ile bir basamaklı bir doğal sayının çarpımını tahmin eder ve tahminini işlem sonucu ile karşılaştırır -Bir bölme işleminin sonucunu tahmin eder ve tahminini işlem sonucu ile karşılaştırır	-matematiksel refleksler -Ninja evi -Panayır oyunları
3. Hafta	Sayıların ve işlemlerin temel anlamlarını anlama	-En çok dokuz basamaklı doğal sayıların bölüklerini, basamaklarını ve rakamların basamak değerlerini belirtir.	-Gizemli sayılar -Kek fabrikası -Bingo!
4. Hafta	Sayıların ve işlemlerin temel anlamlarını anlama	-Ondalık gösterimleri verilen sayıları çözümler.	-Kek fabrikası -Denizler altında 1000 fersah

			-Dev bloklar
5. Hafta	Sayıların göreceli ve mutlak büyüklüklerini anlama	-Sadeleştirme ve genişletmenin kesrin değerini değiştirmeyeceğini anlar ve bir kesre denk olan kesirler oluşturur. -Ondalık gösterimleri verilen sayıları sayı doğrusunda gösterir ve sıralar.	-Maden ocağı -Haydi, beni bul -Kart eşleme çarkı
6. Hafta	Sayıların göreceli ve mutlak büyüklüklerini anlama	-Kesirleri karşılaştırır, sıralar ve sayı doğrusunda gösterir. -Birçokluğun belirtilen bir yüzdesine karşılık gelen miktarı bulur	-Kart eşleme çarkı -Bozuk lokomotif -Maden ocağı
7. Hafta	Sayıların ve işlemlerin çeşitli (çoklu) gösterimlerini kullanabilme	-Bir yüzdelik ifadeyi aynı büyüklüğü temsil eden kesir ve ondalık gösterimle ilişkilendirir, bu gösterimleri birbirine dönüştürür. -Bölme işlemi ile kesir kavramını ilişkilendirir.	- Eşleme duvarı -Bozuk lokomotif -Pizza kamyonu
8. Hafta	Sayıların ve işlemlerin çeşitli (çoklu) gösterimlerini kullanabilme	Çoklukları karşılaştırmada oran kullanır ve oranı farklı biçimlerde gösterir. -Araştırma sorularına ilişkin verileri toplar, sıklık tablosu ve sütun grafiğiyle gösterir.	-Ekmek yapıyorum -Maden ocağı -haydi çiz!
9. Hafta	İşlemlerin sayılar üzerindeki göreceli etkilerini kavrama	-Tam sayılı kesrin, bir doğal sayı ile bir basit kesrin toplamı olduğunu anlar ve tam sayılı kesri bileşik kesre, bileşik kesri tam sayılı kesre dönüştürür.	- Maden ocağı - Hesapçı tavşan -Eşleme duvarı
10. Hafta	İşlemlerin sayılar üzerindeki	-Bir bütün 10, 100 veya 1000 eş parçaya bölündüğünde, ortaya	- Bin parça

	göreceli etkilerini kavrama	çıkan kesrin birimlerinin ondalık gösterimle ifade edilebileceğini belirler. - Doğal sayılarda ortak çarpan parantezine alma ve dağılma özelliğini uygulamaya yönelik işlemler yapar.	-Zıplayan sayılar -Bir varım bir yokum
11. Hafta	Esnek stratejiler geliştirme ve işlemsel sonuçların akla yatkınlığını yargılama	-Belirlenen bir alanı santimetrekare ve metrekare birimleriyle tahmin eder.	-Haydi çiz! -Mimar oldum - Dev bloklar
12. hafta	Esnek stratejiler geliştirme ve işlemsel sonuçların akla yatkınlığını yargılama	-Bir noktanın diğer bir noktaya göre konumunu yön ve birim kullanarak ifade eder. - Sıvı ölçme birimlerini hacim ölçme birimleri ile ilişkilendirir.	-Hazine avı -Cadı kazanı -Okçu

3.4.1.1. Pilot Uygulama

Hazırlanan programın içeriğinin özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerdeki uygulanabilirliğini görmek ve uygulama süresine karar verebilmek için pilot bir uygulama yapılmıştır. Pilot uygulamanın çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin demografik bilgileri tablo 13'de verilmiştir.

Tablo 13. Pilot Uygulama Çalışma Grubu Demografik Bilgileri

Öğrenci	Zeka puanı	Sınıf düzeyi	Yaş	Cinsiyet
M.Y.	96	5	10 yaş 10 ay	E
G.G.	85	6	11 yaş 8 ay	E
B.T.	92	8	13 yaş 11 ay	K

Sayı hissinin, sayıların ve işlemlerin temel anlamlarını anlama bölümü öğrencilerle çalışılmıştır. Öğrencilerle bireysel olarak 3 oturum uygulama yapılmıştır. Veriler sadece testin

ilk bölümünden toplanmıştır. Pilot uygulama grubundan elde edilen ön test puan ortalaması 13,3, son test puan ortalaması 28,7 olarak hesaplanmıştır. Öğrencilerin ön ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık (p=.034) bulunmuştur.

3.4.1.2. Deney Süreci

Program özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerle 12 hafta süresince, haftada bir oturum ve her oturum 45 Diskalkuli. olarak uygulanmıştır. Oturumlar yüz yüze eğitim ile bireysel olarak, tablet ve bilgisayar eşliğinde gerçekleştirilmiştir.

Ön test ve son test verilerinin toplanması birer hafta sürmüştür. Programın uygulanması toplam 14 haftayı kapsamaktadır.

Her bir dersin planlaması şu şekilde yapılmaktadır.

1. adım: Dersin amacının açıklanması (1 Diskalkuli.)

2. adım: Temel hesaplama egzersizlerinin çevrimiçi oyun programı üzerinden hatırlatılması (10 Diskalkuli.)

3. adım: Tablet veya bilgisayar üzerinde kullanılacak oyunların ve hareketli etkinliklerin tanıtılması (2 Diskalkuli.)

4. adım: Tablet veya bilgisayar üzerinde kullanılacak oyunların ve hareketli etkinliklerin uygulanmasında öğrenciye model olmak ve sözel dönütlerde bulunmak (15 Diskalkuli.)

5. adım: Tablet veya bilgisayar üzerinde kullanılacak oyunların ve hareketli etkinliklerin kontrolünü öğrenciye bırakmak (15 Diskalkuli.)

6. adım: Derste yapılanları özetlemek ve dersi sonlandırmak (2 Diskalkuli.)

Aşağıdaki şekil 6'da örnek ders planı verilmiştir.

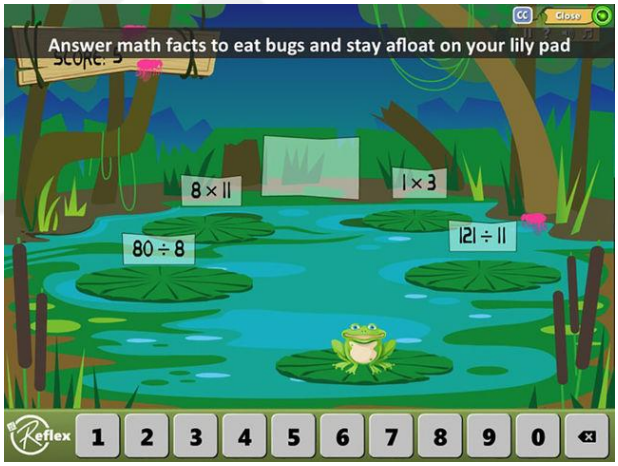
Şekil 6. Örnek Ders Planı

1. adım	Bugünkü dersimizin ilk amacı, İki doğal sayının toplamını tahmin etmek ve oyunda verilen görevleri doğru bir şekilde tamamlamaktır. Diğer amacımız ise, doğal sayılarla yapılan çıkarma işleminin sonucunu tahmin etmek ve oyunda verilen görevleri doğru bir şekilde tamamlamaktır. Görevleri doğru tamamladıkça oyunda kazandığın puanlar artacaktır.

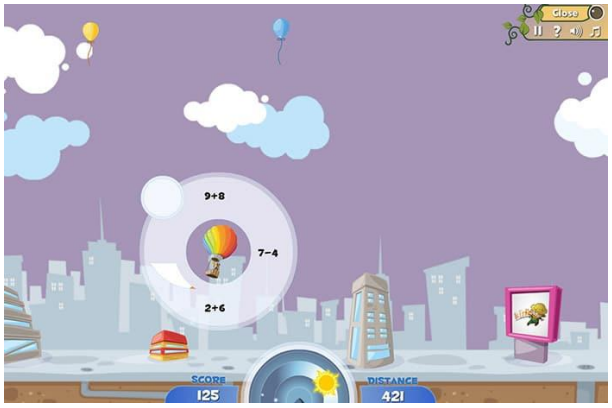
2. adım Esas oyunlarımıza ve etkinliklerimize geçmeden önce biraz matematiksel reflekslerimizi çalıştıralım. Zihnini ısıtmaya hazır mısın? Haydi bakalım.
(bu süre zarfında ihtiyaç halinde işlemlerle ilgili anlık dönütler verilir)



3. adım Bugün oynayacağımız oyunlarımız ve etkinlerimiz …



4. adım Yeterince ısındık artık bugünkü oyunlarımıza geçebiliriz. Oyunları bir süre birlikte yürütelim. Kontrol sen de ben sadece sana co-pilotluk yapıyorum.



Oyunun kuralları ….., oyunda yapman gereken ….

5. adım Oyunlara alıştığına göre artık tek başına devam edebilirsin. Oyunlarda topladığın puanlar sadece sana ait olacak.



6. adım

Bugün dersimizde … üzerine çalıştık. Sen … farkındalıklarını geliştirdin. Ben dersten çok keyif aldım umarım sen de benim kadar memnunsundur. Bugün dersimiz burada bitiyor. Bir sonraki derste görüşmek üzere.

3.4.1.3. Testlerden Alınan Puanların Kalıcılığının Takibi

Deney grubuna uygulanan bilgisayar destekli matematik öğretimi programı tamamlandıktan iki ay sonra öğrenimin kalıcılığını ölçmek amacıyla, kullanılan veri toplama testleri öğrencilere yeniden uygulanmıştır. Öğrenimin kalıcılık durumunda uzun vadede bir değişim olup olmadığını görmek için kalıcılık ölçümü 2 adı altında testler öğrencilere 12 ay sonra bir kez daha uygulanmıştır. Covid-19 salgını sebebiyle 2020-2021 güz yarıyılında okullardaki eğitim ve öğretim uzaktan eğitime çevrilmiştir. Farklılaşan eğitim ve öğretim koşullarından dolayı araştırmada kullanılan testler öğrencilere yeniden uygulanmıştır. Kalıcılık ölçümü 3 adlı veriler, bilgisayar destekli matematik programı tamamlandıktan 18 ay sonra toplanmıştır.

Tablo 14. Bilgisayar Destekli Matematik Programının Uygulama ve Takibine Dair Zaman Çizelgesi

Ön testin uygulanması (1 hafta)	Uygulama süreci (12 hafta)	Son testin uygulanması (1 hafta)	Kalıcılık ölçümü1 (Son test verileri toplandıktan 8 hafta sonra)	Kalıcılık ölçümü2 (12 ay sonra sonra)	*Kalıcılık ölçümü3 (18 ay sonra)	Hatırlatıcı dersler (online 4 hafta)	Hatırlatıcı dersler sonrası uygulanan testler (1 hafta)	Kalıcılık ölçümü (hatırlatıcı derslerden 6 ay sonra)
1.Üç aşamalı sayı hissi testi 2.Matematiksel üstbiliş farkındalık ölçeği	Bilgisayar destekli matematik programı	1.Üç aşamalı sayı hissi testi 2.Matematiksel üstbiliş farkındalık ölçeği	1.Üç aşamalı sayı hissi testi 2.Matematiksel üstbiliş farkındalık ölçeği	1.Üç aşamalı sayı hissi testi 2.Matematiksel üstbiliş farkındalık ölçeği	1.Üç aşamalı sayı hissi testi 2.Matematiksel üstbiliş farkındalık ölçeği	Bilgisayar destekli matematik programı	1.Üç aşamalı sayı hissi testi 2.Matematiksel üstbiliş farkındalık ölçeği	1.Üç aşamalı sayı hissi testi 2.Matematiksel üstbiliş farkındalık ölçeği

3.Matematiksel öz yeterlik ölçeği	3.Matematiksel öz yeterlik ölçeği	3.Matematiksel öz yeterlik ölçeği	3.Matematiksel öz yeterlik ölçeği	3.Matematiksel öz yeterlik ölçeği

Sayı hissi testinin son test puanları ile kalıcılık ölçümü 3 sayı testi puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p<.05$). İlaveten öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalık son test puanları ile kalıcılık ölçümü 3 matematiksel üstbiliş farkındalık puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p<.05$). Öğrencilerin sayı hissi ve matematiksel üstbiliş farkındalık puanlarındaki azalmadan dolayı öğrenciler ile hatırlatıcı derslerin yapılmasının uygun olacağı düşünülmüştür. Hatırlatıcı dersler tamamlandıktan bir sonraki hafta öğrencilere üç aşamalı sayı hissi testi ve matematiksel üstbiliş farkındalık ölçeği yeniden uygulanmıştır. Testlerin her biri hatırlatıcı dersler öncesi ve sonrası ile karşılaştırıldığında her birinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p<.05$). Hatırlatıcı derslerden sonra alınan test puanları ile derslerden altı ay sonra toplanan kalıcılık ölçüm puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

3.4.1.4. Hatırlatıcı Derslerin Uygulanması

Dersler zoom uygulaması üzerinden ikişerli gruplar halinde, çevrimiçi, uzaktan eğitim ile gerçekleştirilmiştir. Dersler 30 dakikalık oturumlar ile planlanmıştır. Dört hafta süresince, haftada 3 oturum olmak üzere toplam 12 oturum yapılmıştır. Derslerin işlenişi ve akışı deneysel uygulama süreci ile aynı program üzerinden yapılmıştır.

3.5. Verilerin Analizi

Çalışmanın başında matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin belirlenmesi aşamasında kullanılan testlerden elde dilen veriler, test puanlama yönergelerine uygun olarak değerlendirilerek, deney ve kontrol grubunda yer alacak öğrenciler belirlenmiştir.

Deneysel süreçte elde edilen nicel veriler SPSS 23.00 paket programında analiz edilmiştir. Ardından deney ve kontrol grubunda yer alan matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi becerilerindeki, matematiksel üstbiliş farkındalıklarındaki ve sayı duyusuna yönelik öz yeterliklerindeki farklılığı belirlemek üzere gerekli istatistik testleri yapılmıştır.

Yarı yapılandırılmış görüşmeler sonucunda elde edilen veriler tümevarım veri analizi tekniği ile analiz edilmiştir. Temalara dönüştürülen nitel verilerin frekans ve yüzdeleri hesaplanmıştır. Öğrenciler, öğretmenler ve ebeveynler ile yapılan görüşmelerde bilgisayar destekli matematik öğretimi programına yönelik toplanan ifadelerin içerikleri incelenmiştir. Nitel araştırmaların güvenirliğinde sık kullanılan bir analiz yöntemi olan uyuşum yüzdesi ile veri kodlama güvenirliği sağlanmıştır. Araştırmacı ve bir alan uzmanı tarafından yapılan kodlamalar üzerine Miles ve Huberman (1994)'ın güvenirlik formülü kullanılmıştır.

Öğrencilerden, öğretmenlerden ve ebeveynlerden elde edilen veriler için hesaplanan güvenirlik katsayıları sırasıyla, .92, .84 ve .86 olarak bulunmuştur. Uyuşum yüzdesi %70 veya üstü için yeterli kabul edildiğinden veri analizi açısından güvenirlik sağlanmıştır.

3.6. Araştırmanın Geçerliği ve Güvenirliği

Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel (2017), tarafından deney kaybı, deneklerin seçimi, veri toplama araçları, ön test uygulaması, deneklerin olgunlaşması, etkileşme etkisi ve istatistiksel regresyon iç geçerliliği tehdit eden faktörler olarak ifade edilmektedir. Dış geçerliği tehdit eden faktörler ise; örnekleme etkisi, ön test deneysel değişken, beklentilerin etkisi, etkileşim dengesi olarak açıklanmaktadır.

Bu araştırmadan iç geçerliliği sağlamak amacıyla, deney ve kontrol grubunda yer alan denekler yansız olarak atanmıştır. Deneklerin olgunlaşma etkisi göz önünde bulundurularak deney süresi 12 hafta ile sınırlandırılmıştır. Deneysel sürecin geçerlilik ve güvenirliliğinin sağlanması için çalışma grubunda yer alan öğrenciler ve ebeveynleri ile yapılan ön görüşmelerde, öğrencilerin uygulanan program ile örtüşen bir eğitime, çalışmaya veya kursa katılmadığı bilgisi alınmıştır. Veri toplama süreci araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Dış geçerliliğin sağlanması amacıyla İzmir ilinde farklı ilçelerde resmi ve özel okullara devam öğrencilerden oluşan bir çalışma grubu oluşturulmuştur. Öğrenciler arası etkileşim yaratmamak amacıyla, uygulama oturumları öğrenciler ile bireysel olarak gerçekleştirilmiştir.

3.7. Araştırmacının Rolü

Bu çalışmada araştırmacı, bilimsel etik kuralı çerçevesinde çalışmanın oluşturulması ve yürütülmesi, araştırma modelinin belirlenmesi, araştırmada kullanılacak testin geliştirilmesi, çalışma grubunun belirlenmesi, müdahale programının oluşturulması, veri toplama araçlarının seçimi ve veri toplama sürecinin yürütülmesi, verilerin analiz edilmesi ve yorumlanması basamaklarında rol almıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Bu araştırma, bilgisayar destekli matematik öğretimi programının özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi, matematiksel üstbiliş farkındalık ve öz yeterlik algıları üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Bu doğrultuda elde edilen bulgular tablolar halinde sunularak açıklanmıştır.

4.1. Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi Programının Özel Öğrenme Güçlüğü Olan Öğrencilerin Sayı Hissi Becerisi Üzerine Etkisine İlişkin Nicel Bulgular

Bu bölümde bilgisayar destekli matematik öğretimi programının özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi becerisi üzerine etkisine ilişkin nicel bulgulara yer verilmiştir.

4.1.1. Deney Ve Kontrol Gruplarında Yer Alan Öğrencilerin Sayı Hissi Ön Test Puanlarına İlişkin Bulgular

Deney ve kontrol grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığını belirlemek amacıyla parametrik olmayan testlerden "Mann Whitney U Testi" yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 15'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 15. Deney Ve Kontrol Gruplarında Yer Alan Öğrencilerin Sayı Hissi Ön Test Puanları Mann Whitney U Testi Analizi

		n	Ort.	S.S.	S.O.	S.T.	Z	U	p
Sayı Hissi	Deney Grubu	17	32,558	8,645	16,71	284,00	-4.67	131,000	,641
	Kontrol Grubu	17	1,500	,507	18,29	311,00			

*p>.05

Elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde, deney grubunda yer alan öğrenciler ile kontrol grubunda yer alan öğrencilerin sayı hissi ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür (U=131.00, z=-4.67, p=.641>.05, r=-0.801).

4.1.2. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Hissi Ön Test-Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular

Deney grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan çocukların sayı hissi ön test-son test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığına belirlemek amacıyla parametrik olmayan testlerden "Wilcoxon Testi" yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 16'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 16. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Hissi Ön Test-Son Test Puanları Wilcoxon Testi Analizi

Deney Grubu		n	S.O.	S.T.	Z	p
Sayı Hissi	Negatif Sıra	0	,00	,00	-3,624	,000
	Pozitif Sıra	17	9,00	153,00		

*P<.05

Elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde, deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi ön test-son test puanları (Z=-3.624, p=.000<.05) arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Bu bulgu doğrultusunda, deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin deney sonrası sayı hissi becerilerinin anlamlı düzeyde yükseldiği görülmektedir.

4.1.3. Deney Grubundaki Öğrencilerin Sayı Hissi Son Test ve İzleme Testi Puanları Arasındaki Farklılığa İlişkin Bulgular

Deney grubunda yer alan öğrencilerin sayı hissi son test ve izleme testi puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığını belirlemek amacıyla parametrik olmayan testlerden "Wilcoxon Testi" yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 17'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 17. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Hissi Son Test Ve İzleme Testi Puanları Wilcoxon Testi Analizi

Deney Grubu		n	S.O.	S.T.	Z	p
Sayı Hissi Son test-Kalıcılık testi1	Negatif Sıra	13	8,62	112,00	-1,683	,092
	Pozitif Sıra	4	10,25	41,00		
Sayı Hissi Son test-Kalıcılık testi2	Negatif Sıra	11	8,00	88,00	-,545	,586
	Pozitif Sıra	6	10,83	65,00		
Sayı Hissi Son test-Kalıcılık testi3	Negatif Sıra	17	9,00	153,00	-3,626	,000*
	Pozitif Sıra	0	,00	,00		

*p<.05

Elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde, deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi son test puanları ve kalıcılık testi 1 puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür (Z=-1.683, p=.092>.05). Deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi son test puanları ve kalıcılık testi 2 puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür (Z=-.545, p=.586>.05). Deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi son test puanları ve kalıcılık testi 3 puanları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. (Z=-3,626, p=.000<.05). Bu durum öğrencilerin deney sonrası 12 ay süresince sayı hissi becerilerinin kalıcılığını koruduklarını, 18 ay sonra ise sayı hissi becerilerinde zayıflama olduğunu göstermektedir.

4.1.4. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kalıcılık Testi 3 İle Hatırlatıcı Dersler Sonrası Sayı Hissi Test Puanları Arasındaki Farklılığa İlişkin Bulgular

Deney grubunda yer alan öğrencilerin kalıcılık testi 3 ve hatırlatıcı dersler sonrası sayı hissi test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığını belirlemek amacıyla

parametrik olmayan testlerden "Wilcoxon Testi" yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 18'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 18. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Kalıcılık Testi 3 Ve Hatırlatıcı Dersler Sonrası Sayı Hissi Test Puanları Wilcoxon Testi Analizi

Deney Grubu		n	S.O.	S.T.	Z	p
Sayı Hissi Kalıcılık Testi3-Hatırlatıcı Ders sonrası	**Negatif Sıra**	0	,00	,00	-3,625	,000
	Pozitif Sıra	17	9,00	153,00		

*p<.05

Elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde, deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi kalıcılık testi 3 puanları ve hatırlatıcı dersler sonrası sayı hissi test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur (Z=-3.625, p=.000<.05). Bu durum hatırlatıcı derslerin özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi becerilerini arttırdığını göstermektedir.

4.1.5. Deney Grubundaki Öğrencilerin Hatırlatıcı Dersler Sonrası Sayı Hissi Test Puanları İle Kalıcılık Testi 4 Puanları Arasındaki Farklılığa İlişkin Bulgular

Deney grubunda yer alan öğrencilerin hatırlatıcı dersler sonrası sayı hissi test puanları ile kalıcılık testi 4 puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığını belirlemek amacıyla parametrik olmayan testlerden "Wilcoxon Testi" yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 19'da ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 19. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Hatırlatıcı Dersler Sonrası Sayı Hissi Test Puanları Ve Kalıcılık Testi 4 Wilcoxon Testi Analizi

Deney Grubu		n	S.O.	S.T.	Z	p
Hatırlatıcı Ders sonrası	**Negatif Sıra**	9	12,06	108,50	-1,527	,127

sayı hissi testi-Kalıcılık testi4	**Pozitif Sıra**	8	5,56	44,50		

*p>05

Elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde, deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin hatırlatıcı dersler sonrası sayı hissi test puanları ile kalıcılık testi 4 puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür (Z=-1.527, p=.127>.05). Bu durum sayı hissi test puanlarının kalıcı olduğunu göstermektedir.

4.1.6. Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Hissi Ön Test-Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular

Kontrol grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan çocukların sayı hissi ön test-son test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığına belirlemek amacıyla parametrik olmayan testlerden "Wilcoxon Testi" yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 20'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 20. Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Hissi Ön Test-Son Test Puanları Wilcoxon Testi Analizi

Kontrol Grubu		**n**	**S.O.**	**S.T.**	**Z**	**p**
Sayı Hissi	**Negatif Sıra**	9	9,78	88,00	-,556	,578
	Pozitif Sıra	8	8,13	65,00		

*P>.05

Elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde, kontrol grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi ön test-son test puanları (Z=-.556, p=.578>.05) arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bu bulgu doğrultusunda, kontrol grubunda yer alan öğrencilerin, araştırma süresince sayı hissi becerilerinde anlamlı bir değişim olmadığını göstermektedir.

4.1.7. Deney Ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Hissi Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular

Deney ve kontrol grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi son test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığını belirlemek amacıyla parametrik olmayan testlerden "Mann Whitney U Testi" yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 21'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 21. Deney Ve Kontrol Gruplarında Yer Alan Öğrencilerin Sayı Hissi Son Test Puanları Mann Whitney U Testi Analizi

		n	Ort.	S.S.	S.O.	S.T.	Z	U	p
Sayı Hissi	Deney Grubu	17	53,117	23,077	26,00	442,00	-4.983	131,00	,000
	Kontrol Grubu	17	1,500	,507	9,00	153,00			

*p<.05

Elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde, deney grubunda yer alan öğrenciler ile kontrol grubunda yer alan öğrencilerin sayı hissi son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür (U=131.00, z=-4.983, p=.000<.05, r=-0.854). Bu farklılığın sayı hissi son test puanları için deney grubunda yer alan öğrenciler lehine olduğu görülmüştür.

4.1.8 Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Hissi Ön Test ve Son Test Performansları İçin Tanımlayıcı İstatistiklere Yönelik Bulgular

Deney grubunda yer alan öğrencilerin sayı hissi ön test ve son testlerine verdiği yanıtlardan aldıkları puanların ortalaması, öğrencilerin yüzdelik dilimi ve güven aşamasından aldıkları ortalama puanlara ait bulgular tablo 22'de sunulmuştur.

Tablo 22. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Üç Aşamalı Sayı Hissi Ön Test ve Son Test Performansı İçin Tanımlayıcı İstatistikler

Üç aşamalı sayı hissi ön test performansı

Bileşenler	#madde sayısı	İlk iki aşamadan elde edilen puan ortalaması	Doğru yanıtlayan öğrenci yüzdesi	S.S.	Üçüncü aşamadan elde edilen ortalama puan	S.S.
Sayıların ve işlemlerin temel anlamlarını anlama becerisi	5	3.51	% 29.4	1.87	3.50	1.25
Sayı büyüklüklerini tanıma yeteneği	5	2.36	% 23.5	1.96	4.01	1.17
Sayıların ve işlemlerin çoklu gösterimlerini kullanabilme yeteneği	5	4.18	% 35.2	1.41	4.28	1.23
İşlemlerin sayılar üzerindeki göreli etkilerini tanıyabilme yeteneği	5	3.32	% 41.1	1.65	3. 92	1.21
Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın	5	2.59	%29.4	1.94	4.13	1.13

makullüğünü değerlendirme becerisi						
Tüm testin ortalaması		3.19	%31.7	1.59	3.96	1.20

Üç aşamalı sayı hissi son test performansı

Bileşenler	#madde sayısı	İlk iki aşamadan elde edilen puan ortalaması	Doğru yanıtlayan öğrenci yüzdesi	S.S.	Üçüncü aşamadan elde edilen ortalama puan	S.S.
Sayıların ve işlemlerin temel anlamlarını anlama becerisi	5	5.56	%65	1.17	4.70	1.15
Sayı büyüklüklerini tanıma yeteneği	5	5.81	%71	1.03	4.58	1.21
Sayıların ve işlemlerin çoklu gösterimlerini kullanabilme yeteneği	5	6.15	%82	1.05	4.83	1.12
İşlemlerin sayılar üzerindeki göreli		5.92	%77	1.08	4.65	1.19

etkilerini tanıyabilme yeteneği	5					
Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirme becerisi	5	6.30	%85	1.02	4.92	1.05
Tüm testin ortalaması		5.95	%76	1.07	4.74	1.14

Üç aşamalı sayı hissinin ön testinden elde edilen bulgular, öğrencilerin doğru cevap ortalamalarının genellikle dördün altında (8 üzerinden) kaldığını, testin tamamı için ortalama doğru sayısının 3.19 olduğunu göstermektedir. Testin tamamında soruları doğru cevaplayan öğrencilerin % 50 den az olduğu bulunmuştur. Her bir sayı hissi bileşeni için güven endeksinin 3'ten (5 üzerinden) fazla olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, deney grubundaki öğrencilerin sayı hissi performanslarının zayıf olduğunu ve öğrencilerin soruları cevaplarken aşırı özgüvenli olduklarını göstermiştir.

Üç aşamalı sayı hissi son testinden elde edilen bulgular, öğrencilerin doğru cevap ortalamalarının 5'in üzerine çıktığını, testin tamamı için ortalama doğru sayısının 5.95 olduğunu göstermektedir. Testin tamamında soruları doğru cevaplayan öğrenci sayısı %70 den fazla olduğu bulunmuştur. Öğrencilerin güven endeksi puan ortalamalarının 4'ün üzerinde olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, deney grubunda yer alan deney işlemi sonrası sayı hissi becerilerinin arttığını göstermektedir.

4.2. Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi Programının Özel Öğrenme Güçlüğü Olan Öğrencilerin Matematiksel Üstbiliş Farkındalıkları Üzerine Etkisine İlişkin Nicel Bulgular

Bu bölümde bilgisayar destekli matematik öğretimi programının özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalıkları üzerine etkisine ilişkin nicel bulgulara yer verilmiştir.

4.2.1. Deney Ve Kontrol Gruplarında Yer Alan Öğrencilerin Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Ön Test Puanlarına İlişkin Bulgular

Deney ve kontrol grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalık ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığını belirlemek amacıyla parametrik olmayan testlerden "Mann Whitney U Testi" yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 23'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 23. Deney Ve Kontrol Gruplarında Yer Alan Öğrencilerin Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Ön Test Puanları Mann Whitney U Testi Analizi

		n	Ort.	S.S.	S.O.	S.T.	Z	U	p
matematiksel üstbiliş farkındalık	Deney Grubu	17	45,118	9,517	17,94	305,00	-, 259	137,000	,796
	Kontrol Grubu	17	1,500	,507	17,06	290,00			

*p>.05

Elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde, deney grubunda yer alan öğrenciler ile kontrol grubunda yer alan öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalık ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür (U=137.00, z=-,259, p=.796>.05, r=-0.04).

4.2.2. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Ön Test-Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular

Deney grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan çocukların matematiksel üstbiliş farkındalık ön test-son test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığına

belirlemek amacıyla parametrik olmayan testlerden "Wilcoxon Testi" yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 24'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 24. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Ön Test-Son Test Puanları Wilcoxon Testi Analizi

Deney Grubu		n	S.O.	S.T.	Z	p
matematiksel üstbiliş farkındalık	**Negatif Sıra**	0	,00	,00	-3,622	,000
	Pozitif Sıra	17	9,00	153,00		

*P<.05

Elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde, deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalık ön test-son test puanları (Z=-3.622, p=.000<.05) arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Bu bulgu doğrultusunda, deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin deney sonrası matematiksel üstbiliş farkındalık becerilerinin anlamlı düzeyde yükseldiği görülmektedir.

4.2.3. Deney Grubundaki Öğrencilerin Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Son Test Ve İzleme Testi Puanları Arasındaki Farklılığa İlişkin Bulgular

Deney grubunda yer alan öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalık son test ve izleme testi puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığını belirlemek amacıyla parametrik olmayan testlerden "Wilcoxon Testi" yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 25'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 25. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Son Test Ve İzleme Testi Puanları Wilcoxon Testi Analizi

Deney Grubu		n	S.O.	S.T.	Z	p
Mat. Üstbiliş Son test-Kalıcılık testi1	**Negatif Sıra**	7	9,79	68,50	-,488	,626
	Pozitif Sıra	8	6,44	51,50		

	eşit	2				
Mat. Üstbiliş Son test-Kalıcılık testi2	**Negatif Sıra**	9	10,22	92,00	-,739	,460
	Pozitif Sıra	8	7,63	61,00		
Mat. Üstbiliş Son test-Kalıcılık testi3	**Negatif Sıra**	17	9,00	153,00	-3,622	,000*
	Pozitif Sıra	0	,00	,00		

*p<.05

Elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde, deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalık son test puanları ve kalıcılık testi 1 puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür (Z=-.488, p=.626>.05). Deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalık son test puanları ve kalıcılık testi 2 puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür (Z=-.739, p=.460>.05). Deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalık son test puanları ve kalıcılık testi 3 puanları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. (Z=-3.622, p=.000<.05). Bu durum öğrencilerin deney sonrası 12 ay süresince matematiksel üstbiliş farkındalıklarının kalıcılığını koruduklarını, 18 ay sonra ise matematiksel üstbiliş farkındalıklarında azalma olduğunu göstermektedir.

4.2.4 Deney Grubundaki Öğrencilerin Kalıcılık Testi 3 İle Hatırlatıcı Dersler Sonrası Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Test Puanları Arasındaki Farklılığa İlişkin Bulgular

Deney grubunda yer alan öğrencilerin kalıcılık testi 3 ve hatırlatıcı dersler sonrası matematiksel üstbiliş farkındalık test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığını belirlemek amacıyla parametrik olmayan testlerden "Wilcoxon Testi" yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 26'da ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 26. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Kalıcılık Testi 3 Ve Hatırlatıcı Dersler Sonrası Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Test Puanları Wilcoxon Testi Analizi

Deney Grubu		n	S.O.	S.T.	Z	p
Mat. üstbiliş Kalıcılık Testi3- Hatırlatıcı Ders sonrası	**Negatif Sıra**	0	,00	,00	-3,624	,000
	Pozitif Sıra	17	9,00	153,00		

*p<.05

Elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde, deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi kalıcılık testi 3 puanları ve hatırlatıcı dersler sonrası matematiksel üstbiliş farkındalık test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur (Z=-3.624, p=.000<.05). Bu durum hatırlatıcı derslerin özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalıklarını arttırdığını göstermektedir.

4.2.5. Deney Grubundaki Öğrencilerin Hatırlatıcı Dersler Sonrası Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Test Puanları İle Kalıcılık Testi 4 Puanları Arasındaki Farklılığa İlişkin Bulgular

Deney grubunda yer alan öğrencilerin hatırlatıcı dersler sonrası matematiksel üstbiliş farkındalık test puanları ile kalıcılık testi 4 puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığını belirlemek amacıyla parametrik olmayan testlerden "Wilcoxon Testi" yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 27'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 27. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Hatırlatıcı Dersler Sonrası Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Test Puanları ve Kalıcılık Testi 4 Wilcoxon Testi Analizi

Deney Grubu		n	S.O.	S.T.	Z	p
Hatırlatıcı Ders sonrası	**Negatif Sıra**	9	10,39	93,50	-1,328	,184

sayı Mat. Üstbiliş-Kalıcılık testi4	**Pozitif Sıra**	7	6,07	42,50	
	Eşit	1			

*p>05

Elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde, deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin hatırlatıcı dersler sonrası matematiksel üstbiliş farkındalık test puanları ile kalıcılık testi 4 puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür (Z=-1.328, p=.184>.05). Bu durum matematiksel üstbiliş farkındalık test puanlarının kalıcı olduğunu göstermektedir.

4.2.6. Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Ön Test-Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular

Kontrol grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan çocukların matematiksel üstbiliş farkındalık ön test-son test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığına belirlemek amacıyla parametrik olmayan testlerden "Wilcoxon Testi" yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 28'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 28. Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Ön Test-Son Test Puanları Wilcoxon Testi Analizi

Kontrol Grubu		**n**	**S.O.**	**S.T.**	**Z**	**p**
Matematiksel üstbiliş farkındalık	**Negatif Sıra**	9	11,33	102,00	-1,222	,222
	Pozitif Sıra	8	6,38	51,00		

*P>.05

Elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde, kontrol grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalık ön test-son test puanları (Z=-.1.222, p=.222>.05) arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bu bulgu doğrultusunda,

kontrol grubunda yer alan öğrencilerin, araştırma süresince matematiksel üstbiliş farkındalıklarında anlamlı bir değişim olmadığını göstermektedir.

4.2.7. Deney Ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular

Deney ve kontrol grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalık son test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığını belirlemek amacıyla parametrik olmayan testlerden "Mann Whitney U Testi" yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 29'da ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 29. Deney Ve Kontrol Gruplarında Yer Alan Öğrencilerin Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Son Test Puanları Mann Whitney U Testi Analizi

		n	Ort.	S.S.	S.O.	S.T.	Z	U	p
matematiksel üstbiliş farkındalık	Deney Grubu	17	67,440	26,46	26,00	442,00	-4.979	,000	,000
	Kontrol Grubu	17	1,500	,507	9,00	153,00			

*p<.05

Elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde, deney grubunda yer alan öğrenciler ile kontrol grubunda yer alan öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalık son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür (U=.000, z=-4.979, p=.000<.05, r=-0.854). Bu farklılığın matematiksel üstbiliş farkındalık son test puanları için deney grubunda yer alan öğrenciler lehine olduğu görülmüştür.

4.2.8. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Ön Test ve Son Test Performansları İçin Tanımlayıcı İstatistiklere Yönelik Bulgular

Deney grubunda yer alan öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalık ön test ve son testlerine verdiği yanıtlardan aldıkları puanların aritmetik ortalaması ve standart sapma değlerine ait bulgular tablo 30'da sunulmuştur.

Tablo 30. Deney grubundan Elde edilen Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Ön Test ve Son Test Performansları için Tanımlayıcı İstatistikler

Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Ön Test Puanları				
	n	X	ss	Katılma Düzeyi
Matematiksel Bilgi	17	3,59	.41	Bazen
Matematiksel İzleme	17	2,67	.39	Nadiren
Matematiksel Tespit	17	2, 84	.44	Nadiren
Matematiksel Üstbiliş Farkındalık	17	2,96	.42	Nadiren
Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Son Test Puanları				
	n	X	ss	Katılma Düzeyi
Matematiksel Bilgi	17	4,56	.31	Sık sık
Matematiksel İzleme	17	4,35	.35	Sık sık
Matematiksel Tespit	17	3,72	.29	Bazen
Matematiksel Üstbiliş Farkındalık	17	4, 40	.32	Sık sık

Tablo 30'a göre öğrencilerin ön test matematiksel üstbiliş farkındalıklarının "Nadiren" düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Buna göre özel öğrenme güçlüğü olan öğrenciler deney öncesi alt-orta düzeyde bir üstbiliş farkındalığına sahiptirler.

Öğrencilerin uygulama sonrası son test matematiksel üstbiliş farkındalıklarının "Sık sık" düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Buna göre özel öğrenme güçlüğü olan öğrenciler deney sonrası orta-yüksek düzeyde bir üstbiliş farkındalığına ulaşmışlardır.

4.3. Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi Programının Özel Öğrenme Güçlüğü Olan Öğrencilerin Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Algısı Üzerine Etkisine İlişkin Nicel Bulgular

Bu bölümde bilgisayar destekli matematik öğretimi programının özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı duyusuna yönelik öz yeterlik algısı üzerine etkisine ilişkin nicel bulgulara yer verilmiştir.

4.3.1. Deney Ve Kontrol Gruplarında Yer Alan Öğrencilerin Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Algısı Ön Test Puanlarına İlişkin Bulgular

Deney ve kontrol grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı duyusuna yönelik öz yeterlik algısı ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığını belirlemek amacıyla parametrik olmayan testlerden "Mann Whitney U Testi" yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 31'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 31. Deney Ve Kontrol Gruplarında Yer Alan Öğrencilerin Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Algısı Ön Test Puanları Mann Whitney U Testi Analizi

		n	Ort.	S.S.	S.O.	S.T.	Z	U	p
sayı duyusuna yönelik öz yeterlik algısı	Deney Grubu	17	40,52	9,10	17,35	295,00	-, 086	142,000	,946
	Kontrol Grubu	17	1,500	,507	17,65	300,00			

*p>.05

Elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde, deney grubunda yer alan öğrenciler ile kontrol grubunda yer alan öğrencilerin sayı duyusuna yönelik öz yeterlik algısı ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür (U=142.00, z=-,086, p=.946>.05, r=-0.15).

4.3.2. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Algısı Ön Test-Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular

Deney grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan çocukların sayı duyusuna yönelik öz yeterlik algısı ön test-son test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığına belirlemek amacıyla parametrik olmayan testlerden "Wilcoxon Testi" yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 32'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 32. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Algısı Ön Test-Son Test Puanları Wilcoxon Testi Analizi

Deney Grubu		n	S.O.	S.T.	Z	p
sayı duyusuna yönelik öz yeterlik algısı	**Negatif Sıra**	0	,00	,00	-3,626	,000
	Pozitif Sıra	17	9,00	153,00		

*P<.05

Elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde, deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı duyusuna yönelik öz yeterlik algısı ön test-son test puanları (Z=-3.626, p=.000<.05) arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Bu bulgu doğrultusunda, deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin deney sonrası sayı duyusuna yönelik öz yeterlik algılarının anlamlı düzeyde yükseldiği görülmektedir.

4.3.3. Deney Grubundaki Öğrencilerin Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Algısı Son Test ve İzleme Testi Puanları Arasındaki Farklılığa İlişkin Bulgular

Deney grubunda yer alan öğrencilerin sayı duyusuna yönelik öz yeterlik algısı son test ve izleme testi puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığını belirlemek amacıyla parametrik olmayan testlerden "Wilcoxon Testi" yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 33'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 33. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Algısı Son Test ve İzleme Testi Puanları Wilcoxon Testi Analizi

Deney Grubu		n	S.O.	S.T.	Z	p
Öz yeterlik Son test-Kalıcılık testi1	Negatif Sıra	8	11,38	91,00	-,1,198	,231
	Pozitif Sıra	8	5,63	45,00		
	eşit	1				
Öz yeterlik Son test-Kalıcılık testi2	Negatif Sıra	10	9,40	94,00	-,1,350	,177
	Pozitif Sıra	6	7,00	42,00		
	Eşit	1				
Öz yeterlik Son test-Kalıcılık testi3	Negatif Sıra	8	9,63	77,00	-,971	,332
	Pozitif Sıra	7	6,14	43,00		
	Eşit	2				

*p>05

Elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde, deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı duyusuna yönelik öz yeterlik algısı son test puanları ve kalıcılık testi 1 puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür (Z=-.1,198, p=.231>.05). Deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı duyusuna yönelik öz yeterlik algısı son test puanları ve kalıcılık testi 2 puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür (Z=-1.350, p=.177>.05). Deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı duyusuna yönelik öz yeterlik algısı son test puanları ve kalıcılık

testi 3 puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Z=-.971, p=.332>.05). Bu durum öğrencilerinde sayı duyusuna yönelik öz yeterlik algısının kalıcı olduğunu göstermektedir.

4.3.4. Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Algısı Ön Test-Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular

Kontrol grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan çocukların sayı duyusuna yönelik öz yeterlik algısı ön test-son test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığına belirlemek amacıyla parametrik olmayan testlerden "Wilcoxon Testi" yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 34'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 34. Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Algısı Ön Test-Son Test Puanları Wilcoxon Testi Analizi

Kontrol Grubu		**n**	**S.O.**	**S.T.**	**Z**	**p**
sayı duyusuna yönelik öz yeterlik algısı	**Negatif Sıra**	9	10,33	93,00	-,789	,430
	Pozitif Sıra	8	7,50	60,00		

*P>.05

Elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde, kontrol grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı duyusuna yönelik öz yeterlik algısı ön test-son test puanları (Z=-.789, p=.430>.05) arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bu bulgu doğrultusunda, kontrol grubunda yer alan öğrencilerin, araştırma süresince sayı duyusuna yönelik öz yeterlik algılarında anlamlı bir değişim olmadığını göstermektedir.

4.3.5. Deney Ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Algısı Son Test Puanlarına İlişkin Bulgular

Deney ve kontrol grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı duyusuna yönelik öz yeterlik algısı son test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığını belirlemek amacıyla parametrik olmayan testlerden "Mann Whitney U Testi" yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 35'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 35. Deney Ve Kontrol Gruplarında Yer Alan Öğrencilerin Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Algısı Son Test Puanları Mann Whitney U Testi Analizi

		n	Ort.	S.S.	S.O.	S.T.	Z	U	p
sayı duyusuna yönelik öz yeterlik algısı	Deney Grubu	17	59,79	21,61	26,00	442,00	-4.980	,000	,000
	Kontrol Grubu	17	1,500	,507	9,00	153,00			

*p<.05

Elde edilen analiz sonuçları incelendiğinde, deney grubunda yer alan öğrenciler ile kontrol grubunda yer alan öğrencilerin sayı duyusuna yönelik öz yeterlik algısı son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür (U=.000, z=-4.980, p=.000<.05, r=-0.854). Bu farklılığın sayı duyusuna yönelik öz yeterlik algısı son test puanları için deney grubunda yer alan öğrenciler lehine olduğu görülmüştür.

4.3.6. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Ön Test ve Son Test Performansları İçin Tanımlayıcı İstatistiklere Yönelik Bulgular

Deney grubunda yer alan öğrencilerin sayı duyusuna yönelik öz yeterlik ön test ve son testlerine verdiği yanıtlardan aldıkları puanların aritmetik ortalaması ve standart sapma değlerine ait bulgular tablo 36'da sunulmuştur.

Tablo 36. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Ön test ve Son Test Tanımlayıcı İstatistikleri

Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Ölçeği Ön Test Puanları			
Bileşenler	n	X	ss
Sayıların anlamlarının ve büyüklüklerinin anlaşılmasına yönelik özyeterlik	17	2,31	.34

Hesaplamada esnekliğe yönelik özyeterlik	17	2, 74	.39
Uygulamada esnekliğe yönelik özyeterlik	17	2,46	.43
Zihinden hesap yapma-tahmine yönelik özyeterlik	17	2,18	.32

Sayı Duyusuna Yönelik Öz yeterlik Ölçeği Son Test Puanları

Bileşenler	n	X	ss
Sayıların anlamlarının ve büyüklüklerinin anlaşılmasına yönelik özyeterlik	17	4,69	.26
Hesaplamada esnekliğe yönelik özyeterlik	17	4,54	.31
Uygulamada esnekliğe yönelik özyeterlik	17	4,73	.24
Zihinden hesap yapma-tahmine yönelik özyeterlik	17	4,26	.29

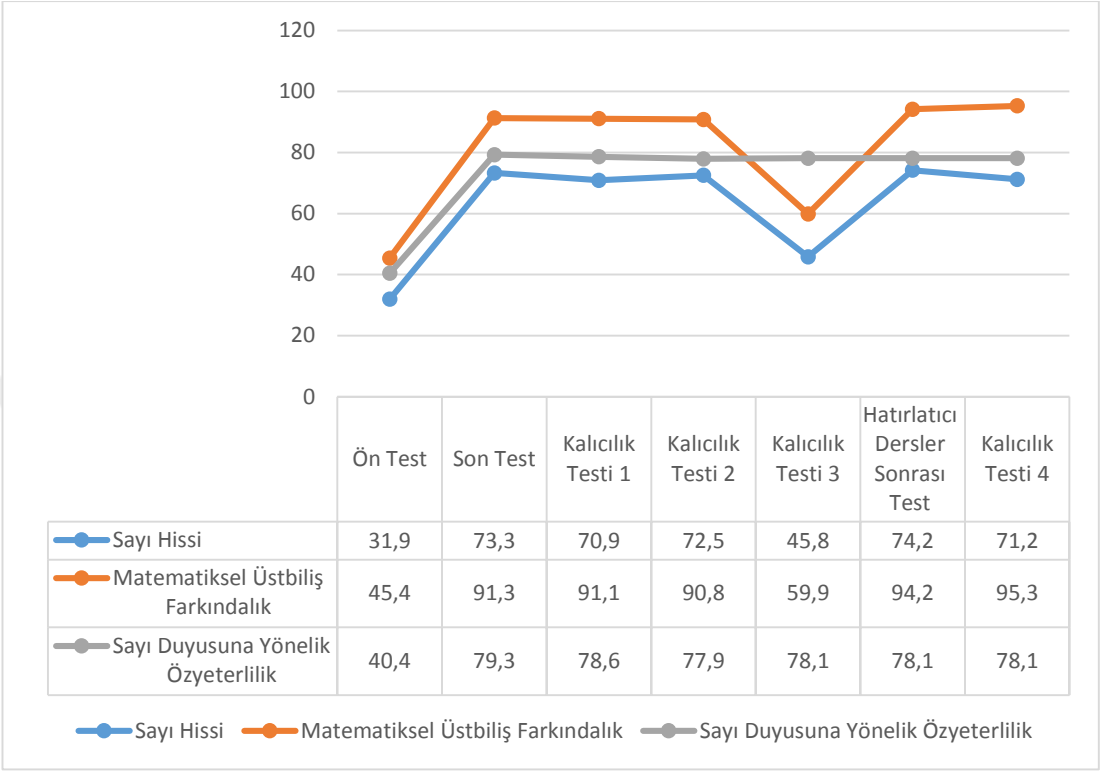
Tablo 36'da yer alan bulgular incelendiğinde özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin deney öncesi sayı duyusuna yönelik algılarının zayıf olduğu görülmüştür.

Öğrencilerin deney sonrası sayı duyusuna yönelik öz yeterlik algılarının iyi düzeyde olduğu bulunmuştur.

4.3.7. Deney Grubunda Yer Alan Özel Öğrenme Güçlüğü Olan Öğrencilerin Sayı Hissi, Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Ve Öz yeterlik Algılarındaki Değişimlere Ait Bulgular

Deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin bilgisayar destekli matematik öğretimi öncesi ve sonrası testlerden aldıkları ortalama puanları şekil'da grafik olarak sunulmuştur.

Şekil 7. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sayı Hissi, Matematiksel Üstbiliş Farkındalık ve Özyeterlik Puanlarının Grafiği



	Ön Test	Son Test	Kalıcılık Testi 1	Kalıcılık Testi 2	Kalıcılık Testi 3	Hatırlatıcı Dersler Sonrası Test	Kalıcılık Testi 4
Sayı Hissi	31,9	73,3	70,9	72,5	45,8	74,2	71,2
Matematiksel Üstbiliş Farkındalık	45,4	91,3	91,1	90,8	59,9	94,2	95,3
Sayı Duyusuna Yönelik Özyeterlilik	40,4	79,3	78,6	77,9	78,1	78,1	78,1

Deney grubunda yer alan öğrencilerin bilgisayar destekli matematik öncesi ve sonrası alınan ölçüm bulguları, öğrencilerin sayı hissi, matematiksel üstbiliş farkındalık ve öz yeterlik algılarında pozitif yönde bir değişim olduğunu göstermektedir. Ayrıca bulgularda, öğrencilerin testlerden aldıkları puanların kalıcılıklarının uzun süre koruduğu görülmüştür.

4.4. Bilgisayar destekli matematik öğretimi programının sosyal geçerliliğine ilişkin bulgular

Deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrenciler, öğretmenleri ve ebeveynleri ile yapılan yarı yapılanmış görüşme sorularına verilen cevaplar iki araştırmacı tarafından tümevarım veri analizi tekniği ile analiz edilmiştir. Tümevarım veri analizi sonucunda veriler temalar haline dönüştürülerek, kategorilere göre frekans ve yüzdeleri hesaplanarak tablolar şeklinde verilmiştir.

4.4.1. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Program ile İlgili Görüşlerine İlişkin Bulgular

Deney grubunda yer alan öğrenme güçlüğü olan öğrenciler ile yapılan görüşme sorularına veriler çözümlendikten sonra, iki araştırmacı tarafından incelenerek tema ve kategoriler altında toplanmıştır.

1, 2, 7, 9. Sorulara verilen cevaplar "olumlu" ve "olumsuz" şeklinde kategorize edilmiştir.

3. ve 8. Sorulara verilen cevaplar "eski" ve "yeni" şeklinde kategorize edilmiştir.

4. ve 5. Sorulara verilen cevaplar "matematikle ilişkili" ve "matematikle ilişkili değil" şeklinde kategorize edilmiştir.

Tablo 37. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Program İle İlgili Olumlu ve Olumsuz Görüşlerine İlişkin Verilerin Analizi

TEMA	Olumlu		Olumsuz		Toplam	
	f	%	f	%	f	%
Derslere katılırken hissedilen	17	100	0	0	17	100
Derslerin işleniş şekli	17	100	0	0	17	100
Matematikle olan ilişki	17	100	0	0	17	100
Derslerin etkileri	17	100	0	0	17	100

Elde edilen verilere göre öğrencilerin derslere katılım, derslerin işleniş şekline, matematikle olan ilişkilerine ve derslerin etkilerine dair %100 olumlu görüş belirttikleri görülmüştür. Öğrencilerin, "*Eğlenceli", "Heyecanlı", "Meraklı", "Mutlu", "Ödül kazanmış gibi", "Hırslı"* ifadeleri ile görüşlerini belirttikleri görülmüştür.

Tablo 38. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Programın Yeni ve Eski ile İlgili Görüşlerine İlişkin Verilerin Analizi

TEMA	KATEGORİ

		Yeni		Eski		Toplam	
Matematik sorularını çözerken kullanılan stratejiler	**f**	**%**	**f**	**%**	**f**	**%**
	15	88.24	2	11.76	17	100
Kullanılan etkinlik ve oyunlar	**f**	**%**	**f**	**%**	**f**	**%**
	11	64.70	6	35.30	17	100

Elde edilen veriler incelendiğinde öğrencilerin % 88.24'ü matematik sorularını çözerken yeni öğrendikleri sayı hissi temelli stratejileri kullandıklarını, öğrencilerin % 11.76'sının ise her zamanki kural temelli stratejileri kullandıklarını belirttikleri görülmektedir. Öğrencilerin *"yeni stratejiler çok cool", "zevkli bulduğum için yenileri kullanıyorum", "çözüm çok daha kolay oluyor"* ifedelerinde bulundukları görülmektedir.

Programa devam edilmesi halinde öğrencilerin %64.70'i yeni oyun ve etkinlikler beklediklerini, öğrencilerin %35.30'u ise oyunları değiştirmeden devam etmek istediklerini belirttikleri görülmüştür. Öğrencilerin *"oyunda kazandığım altınları henüz kullanmadım", "oyunların dahası da mı var?", "yenileri için heyecanlıyım", "bu oyunları seviyorum ve henüz sıkılmadım"* ifadelerinde bulundukları görülmüştür.

Tablo 39. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Programın Matematik ile İlişkili ve Matematik ile İlişkili Değil Görüşlerine İlişkin Verilerin Analizi

TEMA	**KATEGORİ**					
	Matematik ile ilişkili		**Matematik ile ilişkili değil**		**Toplam**	
Kazançlar	**f**	**%**	**f**	**%**	**f**	**%**
	14	82.35	3	17.65	17	100
Derslerin hatırlandığı durumlar	**f**	**%**	**f**	**%**	**f**	**%**

	12	70.59	5	29.41	17	100

Öğrencilerin derslerden elde ettikleri kazançların % 82.35'inin matematik ile ilişkili olduğu, %17.65'inin matematik ile ilişkili değil kategorisinde yer aldığı görülmüştür. Öğrencilerin *"çarpma işlemim hızlandı", "kesir dönüşümlerini çok iyi anladım", "bolca pratik yapıyorum", "fazladan oyun oynadım", "hem oynadım hem ders çalıştım"* ifadelerini belirttikleri görülmüştür.

Öğrencilerin dersleri hatırladığı durumların %70.59'unun matematik ile ilişkili, %29.41'nin matematik ile ilişkili değil kategorisinde yer aldığı görülmüştür. Öğrencilerin *"sınıfta soru çözerken", "bilgisayarda oyun oynamak istediğimde", "arkadaşlarım ile bir matematik sorusu üzerine konuşurken", "annem kek yaparken bile hatırlıyorum"* ifadelerini belirttikleri görülmüştür.

4.4.2. Öğretmenlerin Program ile İlgili Görüşlerine İlişkin Bulgular

Öğretmenlerin ifadelerinden oluşturulan temalar; öğrencilerin ifadeleri, gözlemlenen değişimler, öğretmene yansımaları, programa dair izlenimleri şeklindedir.

Tablo 40. Özel Eğitim Öğretmenlerinin Program ile İlgili Olumlu ve Olumsuz Görüşlerine İlişkin Verilerin Analizi

TEMA	Olumlu		Olumsuz		Toplam	
	f	%	f	%	f	%
Öğrencilerin İfadeleri	7	100	0	0	7	100
Gözlemlenen Değişimler	7	100	0	0	7	100
Öğretmene Yansımaları	7	100	0	0	7	100
Programa Dair İzlenimleri	7	100	0	0	7	100

Öğretmenlerin tüm temalarda olumlu görüş belirttikleri görülmüştür. "Öğrencilerin ifadeleri" temasında toplanan öğretmen görüşleri: *"Derslerin eğlenceli geçtiğini ve bir sonraki dersi heyecanla beklediklerini anlatıyorlar", "Matematik derslerini hiç sevmezdim şimdi*

biraz seviyorum diyor", "Oyun oynarken fark etmeden öğrendiğini söylüyor", "Ders su gibi akıp geçiyor, keşke daha fazla zaman olsa diyorlar", "Oyunlarda ne kadar puan topladıklarını anlatıyorlar, daha fazla puan için matematik çalışmalıyım diyor" şeklinde ifade etmişlerdir.

"Gözlemlenen değişimler" temasında toplanan öğretmen görüşleri: *"öğrencimin matematik dersinde surat asmadığını görüyorum", "öğrencilerim hesaplama becerilerini geliştirmek için daha fazla gayret göstermeye başladılar", "soruları çözerken sandalyesine yaslanıp konuşmadan oturan öğrencim, soruları çözerken fikir yürütmeye başladı", "öğrencimin işlem beerilerinde ve problem çözme performansında ilerleme fark ediyorum", "matematik kitabını açınca sitem etmeye başlayan öğrencim, matematik ödevlerini kısmen yapmaya başladı"* şeklinde ifade etmişlerdir.

"Öğretmene yansımaları" temasında toplanan öğretmen görüşleri: *"öğrencimin derse olan ilgisinin artmasından memnunum", "öğrencimin matematiğe karşı olan katı tutumunun kırılması beni çok mutlu ediyor", "derslerden aldığım verim yükseldi", "matematik problemleri üzerine öğrencilerimle sohbet etmeye başladım"* şeklinde ifade etmişlerdir.

"Programa dair izlenimleri" temasında toplanan öğretmen görüşleri: "öğrencilerim için oldukça faydalı olduğunu düşünüyorum", "programın etkilerinin uzun süre devam edeceğine inanıyorum", "programın içeriğinin öğrencimin düzeyine uygun olduğu kanaatindeyim" şeklinde ifade etmişlerdir.

4.4.3. Ebeveynlerin Program ile İlgili Görüşlerine İlişkin Bulgular

Ebeveyn ifadelerinden elde edilen temalar; çocukların ifadeleri, ebeveynlere yansımaları, gözlemlenen değişimler, programa dair izlenimleri şeklindedir.

Tablo 41. Ebeveynlerin Program ile İlgili Olumlu ve Olumsuz Görüşlerine İlişkin Verilerin Analizi

TEMA	Olumlu		Olumsuz		Toplam	
	f	%	f	%	f	%
Çocukların İfadeleri	17	100	0	0	17	100
Gözlemlenen Değişimler	17	100	0	0	17	100
Ebeveynlere yansımaları	17	100	0	0	17	100

Programa Dair İzlenimleri	17	100	0	0	17	100

Ebeveynlerin tüm temalarda olumlu görüş belirttikleri görülmüştür. "Çocukların ifadeleri" temasına yönelik ebeveyn görüşleri: "derslerden çok keyif aldığını ve kuruma gitmekten mutluluk duyduğunu ifade ediyor", "derslerde çok güzel şeyler öğrendiğini söylüyor", "daha mükemmel bir ders olmadığını söylüyor", "tüm dersler böyle işlenirse sınıf birincisi olurum diyor" şeklindedir.

"Gözlenen değişimler" temasına yönelik ebeveyn görüşleri: *"ödevlerini yapıyor bundan daha büyük değişim olamaz", "Matematikle ilgili daha sık konuşmaya başladı, sürekli örnekler veriyor", "matematik derslerinden kaçan oğlum, şimdi dersin gününü soruyor", "işlemleri daha kolay ve hızlı yaptığını fark ediyorum"* şeklindedir.

"Ebeveynlere yansımaları" temasına yönelik ebeveyn görüşleri: *"kuruma giderken daha istekli olduğu için ben de eskisi gibi gerilmiyorum", "benim çocuğum uyum sağlamaz diyordum. Her hafta istekle gelişine çok seviniyorum", "ödevlerini yaparken daha az kavga eder olduk", "oğlum derste öğrendiklerini anlatıyor bende yeni şeyler öğreniyorum"* şeklindedir.

"Programa dair izlenimleri temasına yönelik öğretmen görüşleri: *"oğluma faydasının olduğunu kesin söyleyebilirim", "programın çocuğumun işlem performansını ve hızını geliştirdiğini görüyorum", "çocuklara kendi keşiflerini yaptıran iyi bir program olduğunu düşünüyorum"* şeklindedir.

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç

Bilgisayar destekli matematik öğretimi programının özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi, matematiksel üstbiliş farkındalık ve öz yeterlik algıları üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yapılan araştırmadan elde edilen sonuçlar maddeler halinde sıralanmıştır.

1) Deney grubundaki ve kontrol grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür.

2) Deney grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi ön test ve son test puanları arasında son test puanları lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür.

3) Deney grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi son test ve kalıcılık testi 1, kalıcılık testi 2 puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür.

4) Deney grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi son test ve kalıcılık testi 3 puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür.

5) Deney grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin kalıcılık testi 3 ve hatırlatıcı dersler sonrası uygulanan sayı hissi testi arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür.

6) Deney grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin hatırlatıcı dersler sonrası uygulanan sayı hissi testi ile kalıcılık testi 4 arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür.

7) Kontrol grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür.

8) Deney grubundaki ve kontrol grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi son test puanları arasında, deney grubunda yer alan öğrenciler lehinde anlamlı farklılık olduğu görülmüştür.

9) Deney grubundaki öğrencilerin sayı hissi ön testinden elde dilen tanımlayıcı istatistik sonuçları göre, bu öğrencilerin zayıf bir sayı hissine sahip olduklarını görülmüştür. Aynı sonuçlara göre bu öğrencilerin yüksek oranda hatalı sonuçları işaretlemelerine rağmen yüksek bir özgüvene sahip oldukları görülmüştür.

10) Deney grubundaki öğrencilerin sayı hissi son testinden elde edilen tanımlayıcı istatistik sonuçlarına göre, bu öğrencilerin deney işlemi sonrası sayı hissi becerilerinin arttığı görülmüştür. Aynı sonuçlar ile öğrencilerin öz güven seviyelerinde artış olduğu görülmüştür.

11) Deney grubundaki ve kontrol grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalık ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür.

12) Deney grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalık ön test ve son test puanları arasında son test puanları lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür.

13) Deney grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalık son test ve kalıcılık testi 1, kalıcılık testi 2 puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür.

14) Deney grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalık son test ve kalıcılık testi 3 puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür.

15) Deney grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin kalıcılık testi 3 ve hatırlatıcı dersler sonrası uygulanan matematiksel üstbiliş farkındalık testi arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür.

16) Deney grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin hatırlatıcı dersler sonrası uygulanan sayı matematiksel üstbiliş farkındalık testi ile kalıcılık testi 4 arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür.

17) Kontrol grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalık ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür.

18) Deney grubundaki ve kontrol grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalık son test puanları arasında, deney grubunda yer alan öğrenciler lehinde anlamlı farklılık olduğu görülmüştür.

19) Deney grubunda yer alan öncelerin deney öncesi matematiksel üstbiliş farkındalık düzeylerinin alt-orta düzeyde olduğu, deney sonrası öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalık düzeylerinin orta-iyi düzeye yükseldiği görülmüştür.

20 Deney grubundaki ve kontrol grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı duyusuna yönelik öz yeterlik ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür.

21) Deney grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı duyusuna yönelik öz yeterlik ön test ve son test puanları arasında son test puanları lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür.

22) Deney grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı duyusuna yönelik öz yeterlik son test ve kalıcılık testi 1, kalıcılık testi 2, kalıcılık testi 3 puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür.

23) Kontrol grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı duyusuna yönelik öz yeterlik ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür.

24) Deney grubundaki ve kontrol grubundaki özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı duyusuna yönelik öz yeterlik son test puanları arasında, deney grubunda yer alan öğrenciler lehinde anlamlı farklılık olduğu görülmüştür.

25) Deney grubundaki öğrencilerin deney öncesi sayı duyusuna yönelik öz yeterlik algılarının zayıf olduğu, deney sonrası öğrencilerin sayı duyusuna yönelik öz yeterlik algılarının iyi olduğu görülmüştür.

26) Bilgisayar destekli matematik öğretimi programı, çalışmaya katılan öğrenciler, onların ebeveynleri ve öğretmenleri tarafından faydalı bulunarak sosyal geçerliliği sağlamaktadır.

Deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin deney sonrası sayı hissi stratejilerini kullanma ve soruları doğru yanıtlama performansları artmıştır.

Deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin deney sonrası matematiksel üstbiliş farkındalıkları ve üstbilişsel stratejileri kullanma eğilimleri artmıştır.

Deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin deney sonrası sayı duyusuna yönelik öz yeterlik algıları dolayısıyla, öğrencilerin soruları çözebileceklerine ve sayı hissi stratejilerini kullanabileceklerine dair inançları artmıştır.

Bilgisayar destekli matematik öğretim programı, öğrenciler, ebeveynler ve öğretmenler tarafından eğlenceli, kullanışlı ve faydalı bulunmuştur.

Sonuç olarak, bilgisayar destekli matematik öğretimi programının özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi, matematiksel üstbiliş farkındalık ve öz yeterlik algıları üzerinde etkili olduğu görülmüştür.

5.2. Tartışma

Çalışma sonuçlarına göre deney ve kontrol gruplarında yer alan özel öğrenme güçlüğü olan çocukların sayı hissi, matematiksel üstbiliş farkındalık ve sayı duyusuna yönelik öz yeterlik ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Ruter (2015), sayı sohbetlerinin ilkokul ikinci sınıf öğrencilerinin sayı hissi üzerindeki etkisini incelediği çalışmasında, gerekliliklerden birisinin deney öncesi grupların sayı hissi düzeylerinin denk

olması olduğunu belirtmiştir. Bu doğrultuda grupların ön test puanlarına ait sonuçlar, deneysel desenin felsefesinin gerekliliklerinin yerine getirildiğini göstermektedir.

Çalışmanın deney grubundan elde edilen sayı hissi ön test- son test sonuçları ile deney grubu ve kontrol grubu sayı hissi son test puanlarından elde edilen sonuçlar birbiri ile paralellik göstermektedir. Deney ve kontrol grupları sayı hissi becerileri arasında anlamlı bir farklılık olduğu ve bu farklılığın deney grubundaki öğrencilerin lehine olduğu görülmektedir. McIntosh ve ark. (1992) göre, sayı hissini geliştirmenin en iyi yolu bir grup ile gerçekleştirilen süreç odaklı etkinlikler, anlamlı matematiksel tartışmayı, keşfetmeyi, düşünmeyi ve akıl yürütmeyi teşvik eden bir eğitim ortamı oluşturmaktır. Bilgisayar destekli matematik öğretimi programı ile öğrencilerin sayı hissi stratejilerini keşfetmeleri, sayı hissinin doğasında olan akıl yürütme ve esnek düşünme becerilerini geliştirmeleri sağlanmıştır. Arnold, Fisher, Doctoroff ve Dobbs (2002) tarafından yapılan bir çalışmada okul öncesi öğrencilerin erken matematik becerilerini (sayma, tanıma ve yazma, vb.) geliştirmek için tasarlanmış bir sayı hissi müdahale programı uygulanmıştır. Araştırmanın sonuçları, deney grubundaki öğrencilerin erken matematik becerilerinde kontrol grubundaki öğrencilere göre anlamlı bir artış olduğunu göstermiştir. Deney grubu puanlarını 3.67 puan artırırken, kontrol grubunda sadece 0.84 puanlık bir iyileşme görülmüştür. Bu artış, deney grubunun kontrol grubuna göre dört kat daha fazla öğrendiğini göstermektedir. Benzer bir sonuç mevcut araştırmanın deney ve kontrol grubu öğrencilerinin sayı hissi son testinden aldıkları puanlarda görülmektedir.

Markovits ve Sowder (1988) bir diğer araştırmada, zihinsel hesaplamayı vurgulayan bir öğretim programının sayı hissi üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu çalışmada, araştırmacılar, zihinsel hesaplamayı, ustalaşılması gereken bir dizi beceriden daha fazlası olarak görmüşlerdir. Zihinsel hesaplamayı, sayı ve işlem kavramlarına dayalı çoklu stratejilerin kullanımını içeren üst düzey bir düşünme olarak ifade etmişlerdir. Çalışmada yer alan programın içeriği, öğrencilerin standart olmayan stratejileri keşfetmesi ve kullanması üzerine oluşturulmuştur. Öğrencilerden veriler yarı yapılandırılmış görüşmeler ile toplanmıştır. Görüşmelerde toparlanan ön test ve son test verilerinin analiz sonuçları, öğrencilerin kağıt kalem algoritmaları ve kuralları kullanma oranlarının %72,5'ten %35'e düştüğünü göstermiştir. Diğer yandan, standart olmayan yöntemlerin kullanım oranlarının %7,5'ten %51,5'e yükseldiği görülmüştür. Öğrencilerin problem çözme hızlarının 42 saniyeden 19 saniyeye indiği belirtilmiştir. Araştırma sonuçları arasında sorulara doğru cevap verme oranında artma olduğu bilgisine de yer verilmiştir. Mevcut araştırmanın deney grubunda yer alan öğrencilerin sayı hissi tanımlayıcı istatistik değerleri Markovits ve Sowder

(1988)'in araştırma sonuçları ile tutarlılık göstermektedir. Sayı hissi testindeki soruların doğru cevaplanma yüzdesi %31.7'den %76'ya yükselmiştir.

Yang (2003) tarafından yapılan bir başka çalışmada, uygun öğretim tekniklerinin benimsenmesinin sayı hissi üstündeki etkisi incelenmiştir. Tayvan'da bir devlet okulunda öğrenim gören 75 beşinci sınıf öğrencisi ile çalışma gerçekleştirilmiştir. Her grupta bulunan öğrenciler kendi içlerinde, performans seviyelerine göre yüksek (en üst %10), orta (%40-%60) ve düşük (alt %10) şeklinde başarı gruplarına ayrılmıştır. Her düzeyden rastgele seçilen iki öğrenci ile müdahale öncesi ve sonrası ve ardından dört ay sonra tekrar görüşme yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının her ikisi içinde ön test ve son test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Sonuçlar Öğretim sonrası deney grubunda puanların %44 arttığını, kontrol grubu için ise puanların sadece %10 arttığını göstermiştir. Sood ve Jitendra (2013) ön test-son test-gecikmeli son test tasarımını kullanarak bir sayı duyusu programının etkililiğini incelemiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, deney grubundaki öğrenciler sayı hissi ile ilgili tüm ölçümlerde kontrol grubundaki öğrencilerden daha iyi performans göstermiştir. Ayrıca müdahaleden 3 hafta sonra uygulanan test sonuçları, sayı duyusu öğretimi müdahale programının olumlu etkilerini koruduğunu göstermiştir. Bir diğer çalışmada Dyson, Jordan ve Glutting (2013) düşük gelirli ailelerden gelen, yüksek riskli çocuklara hizmet veren beş okuldaki 121 anaokulu çocuğunun sayı hissini incelemiştir. Sekiz hafta süren müdahales programının etkinliğini incelemek için ön test, son test ve gecikmeli son test tasarımını kullanmıştır. Son test ve gecikmeli son test ölçümlerinin sonuçlarına göre, müdahale grubu, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, erken matematik becerilerinde anlamlı kazanımlar elde etmiştir. Jordan, Glutting, Dyson, Hassinger-Das ve Irwin (2012) yaptıkları çalışma ile sayı hissi müdahale programının, düşük sosyo ekonomik düzeyli topluluklardan gelen, yüksek riskli anaokulu öğrencilerinin sayı hissi gelişimleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırma sonuçlarında, araştırmaya katılan tüm öğrencilerin sayı hissi becerilerinde gelişme görüldüğü, ancak sayı hissi müdahale grubunda yer alan öğrencilerin sayı hissi becerilerini daha başarılı bir şekilde sergiledikleri belirtilmiştir. İlaveten gecikmeli son test sonuçları, müdahale grubundaki öğrencilerin, müdahaleden 8 hafta sonra dahi becerileri koruduklarını göstermiştir. Yang, Hsu ve Huang (2004) tasarladıkları bir matematik öğretimi programının altıncı sınıf öğrencilerinin sayı hissi üzerindeki etkililiğini incelemiştir. Yaptıkları araştırmanın genel sonuçları, sayı duyusu etkinliklerinin öğretilmesinin çocukların sayı hissi bilgilerini geliştirmede etkili ve yararlı olduğunu göstermiştir. Alanyazında yer alan bu sonuçlar, sayı hissini geliştirmeye yönelik hazırlanmış matematik öğretimi programlarının çocukların sayı hissi becerileri üzerinde önemli etkileri olduğunu göstermektedir. Özetle,

mevcut çalışmanın sonuçları, çocukların sayı hislerinin, iyi tasarlanmış etkinlikler ve sağlıklı öğrenme ortamları yoluyla geliştirilebileceğine dair daha önceki çalışmalardan çıkarılan sonuçlar ile paralellik göstermektedir (Markovits ve Sowder, 1988; McIntosh ve ark., 1992; Arnold ve ark., 2002; Yang, 2003; Yang ve ark., 2004; Jordan ve ark., 2012; Sood ve Jitendra, 2013; Dyson ve ark., 2013; Öztürk ve ark., 2019).

Bu sonuçlara ek olarak sayı hissinin kalıcılığına dair araştırma sonuçları, sayı hissinin bir yıl gibi uzun bir süre kalıcılığını koruduğunu göstermektedir. Yang (2002), sayı duyusunu geliştirmede sınıf söyleminin önemini inceleyen çalışmasında, öğretim tamamlandıktan altı ay sonra bile öğrencilerin sayı hissine yönelik edindikleri söylemleri koruduklarını belirtmiştir. Sayı hissinin uzun süreli kalıcılığının ölçüldüğü bir diğer çalışma Markovits ve Sowder (1994) tarafından yedinci sınıf öğrencilerinin sayı hislerini geliştirmeye yönelik yaptıkları araştırmadır. Sonuçlar, öğrencilerin müdahaleyi takiben sayı hissini yansıtan stratejileri kullanma olasılıklarının daha yüksek olduğunu ve öğretim ünitelerinin tamamlanmasından altı ay sonra dahi bu stratejileri kullanmaya devam ettiklerini göstermiştir. Alanyazında yer alan bu sonuçlar, müdahale programları sonrası çocukların geliştirdikleri sayı hislerinin kalıcı olduğunu göstermektedir. Mevcut araştırmada, sayı hissinin kalıcılığına dair elde edilen bulgu, alanyazındaki diğer çalışmalar ile örtüşmektedir (Markovits ve Sowder, 1994; Yang, 2002; Yang, 2003; Jordan ve ark., 2012).

Deneysel sürecin tamamlanmasından 18 ay sonra deney grubundaki öğrencilere uygulanan sayı hissi kalıcılık testi ile öğrencilerin son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Baki ve Çelik (2021) matematik öğretmenlerinin uzaktan eğitimde matematik öğretim deneyimlerini incelemiştir. Çalışma 25 ilköğretim matematik öğretmeni ile gerçekleştirilmiştir. Veriler yarı yapılandırılmış görüşme tekniği ile toplanmıştır. Araştırma bulgularına göre, öğrenci kaynaklı yaşanan zorluklar kategorisinde "dönüt vermeme", "konuları tekrar etmeme", "katılım yetersizliği", "derse karşı ilgisizlik" ifadelerinin öğretmenler tarafından sıklıkla kullanıldığı görülmüştür. Matematiksel içeriğe özgü yaşanan zorluklar kategorisinde ise en sık tekrar eden ifadeler "matematiksel gösterimleri kullanma güçlüğü" ve "ders süresinin yeterli olmaması" şeklinde açıklanmıştır. Baki ve Çelik (2021)'in çalışmasında yer alan ifadelerden, matematik programının doğası gereği düzenli bir takip gerektirdiği ve öğrencilerin dersleri düzenli takip etmemesinin konuların öğrenilmesini engellediği sonucuna ulaşılmıştır. Covid-19 salgını sebebiyle okulların kapatılarak derslerin uzaktan gerçekleştirilmesi sürecinde yaşanan güçlükler, öğrencilerin son test puanları ile üçüncü kalıcılık testi puanları arasında bulunan anlamlı farklılık sonucu ile bağdaştırılmıştır.

Deney grubundaki öğrencilerin sayı hissi ön testinden elde dilen tanımlayıcı istatistik sonuçları göre, bu öğrencilerin zayıf bir sayı hissine sahip oldukları görülmüştür. Cheung ve Yang (2020), araştırmalarında, altıncı sınıf öğrencilerinin sayı hissi performanslarını ve matematikteki kavram yanılgılarını incelemişlerdir. Araştırma bulgularına göre, sayı hissi testinin ilk iki aşamasında düşük performans gösteren öğrencilerin, testin üçüncü aşamasındaki öz güven bölümünden elde ettikleri puanlar yüksek çıkmıştır. Bu bulgu, araştırmacı tarafından, öğrencilerde ciddi bir matematiksel kavram yanılgısı sorununun varlığı şeklinde yorumlanmıştır. Marga, Kusmayadi ve Fitriana (2020) yaptıkları çalışmada, yedinci sınıf öğrencilerinin sayı hissi problemlerinin çözümünde kullandıkları stratejileri ve hesaplama yöntemlerini incelemiştir. Araştırma sonuçları, yüksek düzeyde sayı hissine sahip öğrencilerin formülsüz ve standart olmayan hesaplama yöntemlerini kullandıklarını, düşük ve orta düzeyde sayı hissi becerisine sahip öğrencilerin ise standart, derse öğrendikleri yöntemleri kullanmayı tercih ettiklerini göstermiştir. Singh, Rahman, Ramly ve Hoon (2019) araştırmalarında, ortaöğretim düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin sayı hissi becerilerini incelemişlerdir. Bulgularda, öğrencilerin sayı hissi testinden aldıkları puanlar ile matematik dersi notlarının ilişkili olduğu belirtilmiştir. Araştırma sonuçları, sayı hissine yönelik günlük yaşam durumlarının, matematik müfredatındaki yerinin arttırılmasının, öğrencilerin matematik başarısına katkı sağlayacağı şeklinde yorumlanmıştır. Yang (2018) yaptığı çalışmada, dördüncü sınıf öğrencilerinin sayı hissiyle ilgili soruları cevaplarken kullandıkları yöntemleri incelemiştir. Görüşmeler sonucu elde edilen bulgulara göre, öğrencilerin başarı seviyelerinden bağımsız olarak, sayı hissi sorularını çözerken büyük ölçüde standart yazılı hesaplama yöntemlerine başvurdukları görülmüştür. Araştırma da belirtilen diğer bir önemli bulgu, öğrencilerin okul sınıflarında öğrendikleri matematiksel bilgileri gerçek hayat problemlerini çözmek için kullanmakta zorlandıkları şeklindedir. Sonuçlar araştırmaya katılan öğrencilerin sayı hissi becerileri bakımından yetersiz olduklarını ve sayı hislerini geliştirecek stratejilerin kullanımına dair herhangi bir çabalarının olmadığını göstermektedir. Alsawaie (2012), yaptığı çalışmada, matematik dersinde yüksek başarı gösteren öğrencilerin kullandıkları sayı hissine yönelik stratejileri incelemiştir. Öğrencilerden toplanan 300 cevap incelendiğinde, yanıtların %40'ının doğru olduğu, doğru cevaplarında %51'inde sayı hissi temelli stratejilerin kullanıldığı tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin kural temelli stratejilere daha sık başvurduğu görülmüştür. Rotem ve Henik (2020) yaptıkları araştırma da matematik öğrenme güçlüğü olan ve normal gelişim gösteren çocukların çarpım olguları ve sayı hissini incelemiştir. Araştırma sonuçlarında matematik öğrenme güçlüğü olan çocukların tipik gelişim gösteren yaşıtlarına göre birçok şekilde kendini gösteren kalıcı bir

sayı duyusu eksikliğine sahip olduğu belirtilmiştir. Özellikle çarpma işlemlerinde yaptıkları hataların tipik gelişim gösteren yaşıtlarına göre daha az mantıklı ve daha fazla sayıda olduğu tespit edilmiştir. Wong, Ho ve Tang (2017), yaptıkları araştırma ile matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencileri, düşük akademik başarı gösteren öğrencileri ve akademik bir yetersizliği olmayan normal gelişim gösteren akranlarını, sembolik olmayan sayı işleme süreci ve sayı büyüklüklerini haritalandırma bakımından karşılaştırmıştır. Sonuçlar, matematik öğrenme güçlüğü olan çocukların sayı hissi alt bileşenlerinde bozulmalar olduğunu göstermiştir. Matematik öğrenme güçlüğü olan çocuklar hem sembolik olmayan sayısal işleme sürecinde hem de sayısal büyüklük eşlemesinde eksiklikler gösterirken, normal gelişim gösteren akranları yalnızca sayı büyüklük eşlemesinde yetersizlik göstermiştir. Alanyazında, öğrencilerin sayı hissi becerilerine yönelik daha önce yapılmış betimsel ve ilişkisel araştırmalar incelendiğinde, sonuçların mevcut araştırma sonucu ile paralellik gösterdiği görülmüştür (Alsawaie, 2012; Lemonidis ve Kaiafa, 2014; Wong, Ho ve Tang, 2017;Yang, 2018; Kyaw ve Thein, 2018; Yılmaz Yenioğlu, 2019; Singh ve ark., 2019; Rotem ve Henik, 2020; Marga ve ark., 2020; Cheung ve Yang, 2020; Sarı ve Olkun, 2020).

Çalışmanın deney grubundan elde edilen matematiksel üstbiliş farkındalık ön test- son test sonuçları ile deney grubu ve kontrol grubu matematiksel üstbiliş farkındalık son test puanlarından elde edilen sonuçlar birbiri ile paralellik göstermektedir. Deney ve kontrol grupları matematiksel üstbiliş farkındalıkları arasında anlamlı bir farklılık olduğu ve bu farklılığın deney grubundaki öğrencilerin lehine olduğu görülmektedir. Oğuz ve Kutlu-Kalender (2018), yaptıkları çalışmada, ortaokul öğrencilerinin üstbilişsel farkındalıkları ile öz yeterlik algılar arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırma içerisinde çeşitli değişkenlerde konu bağlamında ele alınmıştır. Araştırma bulguları, ortaokul öğrencilerinin iyi düzeyde üstbilişsel farkındalığa ve öz yeterlik algısına sahip olduğunu göstermiştir. Araştırma sonuçları öğrencilerin üstbilişsel farkındalıkları ile öz yeterlik algıları arasında pozitif yönde bir ilişki olduğunu göstermiştir. Sweeney (2010) çalışmasında, problem çözme süreci bağlamında bilgi, deneyim ve beceri olmak üzere üstbilişin üç bileşenini araştırmış ve öğrenme güçlüğü olan öğrenciler, düşük başarılı öğrenciler ve ortalama başarı gösteren öğrenciler arasındaki farklılıkları incelemiştir. Sonuçlar, Öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin, diğer öğrenci gruplarından farklı bir üstbilişsel işlev modeli sergilediklerini göstermiştir. Mastrothanais, Kalianou, Katsifi ve Zouganali (2018), yaptıkları çalışmada, özel öğrenme güçlüğü olan ve olmayan öğrencilerin üstbilişsel stratejileri kullanma durumlarını bazı değişkenler açısından incelemiştir. İki gruptaki öğrenciler üstbilişsel stratejilerin kullanımı açısından çeşitli benzerlikler ve farklılıklar ortaya koymuşlardır. İki grup arasında görülen farklılaşmanın nicel

veya niteliksel sorunlardan değil, bu stratejilerin kullanım sıklığından kaynaklandığı belirtilmiştir. Araştırma sonuçlarında, tipik gelişim gösteren öğrencilerin öğrenme güçlüğü olan akranlarına göre üstbilişsel unsurları kullanma konusunda daha yeterli görünmesine rağmen her iki grubun da üstbilişsel stratejilerin kullanımı konusunda derinlemesine zorluklar yaşadığı belirtilmiştir. Deseoete (2001), araştırmasında ilkokul çağındaki çocukların üstbilişsel stratejileri kullanma düzeyleri ile matematiksel problem çözme becerileri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştımanın sonucunda, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin tamamında üstbilişsel stratejilerin kullanımında bir eksiklik tespit edilmiştir. Araştırmacı bu sonucu, üstbilişsel becerilerin matematik öğrenme güçlüğünün bir yordayıcısı olabileceği şeklinde yorumlamıştır. Dolayısı ile, alanyazında daha önce yapılmış çalışmaların sonuçları ile mevcut araştırmanın matematiksel üstbiliş farkındalık sonuçları uyum göstermektedir (Deseoete , 2001;Sweeney, 2010; Oğuz ve Kutlu-Kalender,2018; Özkubat ve Özmen, 2018; Mastrothanais ve ark., 2018; Çekirdekçi ve ark.,2018).

Mevcut araştırmada deney grubunda yer alan özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalık son test puanları ile ilk iki kalıcılık test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Dolayısıyla, Öğrencilerin matematik üstbiliş farkındalıklarının bir yıl süresince kalıcılığını koruduğu görülmüştür. Alanyazın incelendiğinde öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalığının uzun süreli kalıcılığına dair bir bulguya rastlanmamıştır. Bu sonuç, özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalıklarına dair alanyazına kazandırılmış kıymetli bir bulgudur.

Çekirdekçi, Şengül ve Doğan (2018), çalışmasında sayı hissi ve üstbiliş kavramları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırma verilerin sentezlenmesine dayalı bir literatür taraması şeklinde tasarlanmıştır. Sayı hissinin ve üstbilişin esnek düşünmeye dayalı beceriler olduğu belirtilmiştir. Araştırmalarındaki teorik incelemeler sonucunda, sayı hissi ve üstbilişin hem matematik başarısını hem de matematiksel düşünmeyi desteklediği sonucuna varılmıştır. Çekirdekçi ve arkadaşlarının (2018) yaptıkları araştırmanın sonucu, mevcut araştırmanın, matematiksel üstbiliş farkındalık üçüncü kalıcılık testinden sonraki bulgularını açıklamaktadır. Deney grubundaki öğrencilerin matematiksel üstbiliş farkındalık son test ve üçüncü kalıcılık test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Benzer sonuç, sayı hissi üçüncü kalıcılık testinden sonra da elde edilmiştir. Bu sebeple, matematiksel üstbiliş farkındalık üçüncü kalıcılık testinden sonra bulunan anlamlı farklılık, sayı hissinde olduğu gibi covid-19 salgın sürecinde eğitimde yaşanan güçlükler ile bağdaştırılmaktadır.

Çalışmanın deney grubundan elde edilen sayı duyusuna yönelik öz yeterlik ön test-son test sonuçları ile deney grubu ve kontrol grubu sayı duyusuna yönelik öz yeterlik son test puanlarından elde edilen sonuçlar birbiri ile paralellik göstermektedir. Deney ve kontrol grupları sayı duyusuna yönelik öz yeterlikleri arasında anlamlı bir farklılık olduğu ve bu farklılığın deney grubundaki öğrencilerin lehine olduğu görülmektedir. Sevgi ve Alpaslan (2020) yaptıkları çalışmada, sayı hissine yönelik öz yeterlikleri ile matematiğe yönelik duyuşsal giriş özelliklerini incelemiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin matematiğe yönelik duyuşsal giriş özellikleri ile sayı duyusuna yönelik öz yeterlikleri arasında negatif yönde (-,056) anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Ulusoy (2020), araştırmasında, sayı hissi temelli öğretimin, altıncı sınıf öğrencilerinin öz yeterliklerine ve performanslarına etkisini incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre deney grubunda yer alan öğrencilerin sayı hissi becerilerinin, matematiksel günlük yaşam durumlarını algılama ve problem çözme becerilerinin geliştiği görülmüştür. Yarar, Es ve Gürefe (2018) çalışmalarında, ortaokul öğrencilerinin sayı hissi ve öz yeterlikleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Sonuçlar, sınıf düzeyi ilerledikçe sayı duyusuna yönelik öz yeterliklerinin azaldığını göstermiştir. Öğrencilerin sayı hissi başarı testinden aldıkları puanlar ile sayı duyusuna yönelik öz yeterlik ölçeğinden aldıkları puanlar arasında orta düzeyde anlamlı bir ilişki olduğu belirtilmiştir. Takır (2016) çalışmasında, 6-8. Sınıf öğrencilerinin sayı hissi becerilerini bazı değişkenler (sınıf düzeyi, cinsiyet ve matematik öz yeterlik algıları) açısından incelemiştir. Araştırma sonuçları, ortaokul öğrencilerinin sayı hislerinin zayıf olduğunu ve kural temelli yöntemleri kullandıklarını göstermiştir. Cinsiyet ve sayı duyusu arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Sınıf düzeyi arttıkça sayı hissinin arttığı belirtilmiştir. Öz yeterlik ölçeğinin bazı alt boyutları ile sayı hissi arasında olumlu bir ilişki olduğu gösterilmiştir. Alanyazında daha önce yapılmış çalışmaların sonuçları ile araştırmanın sayı duyusuna yönelik öz yeterlik sonuçları (Takır, 2016; Yarar ve ark., 2018; Ulusoy, 2020; Sevgi ve Alpaslan, 2020) paralellik göstermektedir.

Deney grubunda yer alan öğrencilerin sayı duyusuna yönelik öz yeterlik son test puanları ile kalıcılık testleri (kalıcılık testi 1, kalıcılık testi 2, kalıcılık testi 3) arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Kaynar, Kurnaz ve Doğrukök (2020) çalışmalarında ortaokul öğrencilerinin uzaktan eğitime ilişkin görüşlerini incelemiştir. Öğrencilerin verdiği yanıtlardan elde edilen sonuçlara göre, öğrencilerin çoğunluğunun çevrimiçi sınavlarda başarılı olacağına dair bir inançlarının olduğu görülmüştür. Yüz yüze sınavlar yerine çevrim içi sınavları tercih ettikleri araştırmada elde edilen sonuçlar arasındadır. Deney grubundaki öğrencilerin sayı hissi ve matematiksel üstbiliş farkındalık son test ve üçüncü kalıcılık testi

arasında anlamlı bir farklılık olmasına rağmen sayı duyusuna yönelik öz yeterlik son test ve üçüncü kalıcılık testi arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bu sonucun covid-19 sürecinde öğrencilerin çevrim içi sınavlarda kendilerine duydukları güvenden kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Deney sonrasında alınan görüşler doğrultusunda, bilgisayar destekli matematik öğretimi programı, özel öğrenme güçlüğü olan öğrenciler, onların öğretmenleri ve ebeveynleri tarafından faydalı bulunmuştur. Bu bulguya istinaden bilgisayar destekli matematik öğretimi programının sosyal geçerliliği sağlandığı düşünülmektedir. Sosyal geçerlilik verilerinden elde dilen bulgular, öğrencilerin istekle, keyifle, merakla ve heyecanla etkinliklere katıldığını göstermektedir. Bununla birlikte çalışmaya katılan tüm öğrencilerin etkinlikleri farklı ve eğlenceli buldukları, etkinlik sayısını arttırmak istedikleri görülmüştür. Öğrenciler tarafından, etkinlik sürecinde öğrendikleri stratejileri okul yaşamında ve günlük yaşam rutinleri içerisinde kullandıkları belirtilmiştir. Çocukların günlük yaşam süreçlerinin en iyi gözlemcileri olan Ebeveynlerden alınan görüşler doğrultusunda, öğrencilerin etkinliklere katılmada çok istekli oldukları, öğrencilerin etkinliklerden olumlu bahsettiği, günlük ev rutinlerinde matematiğe dair sohbetlerin başladığı (yemek masasında yapılan sohbet gibi), okul arkadaşlarına şevkle etkinlikleri anlattığı, etkinlikleri kendilerinin de faydalı bulduğu ve programın devam etmesini istediklerini ifade ettikleri görülmektedir. Öğrencilerin devam ettikleri özel eğitim ve rehabilitasyon merkezinde derslerine giren özel eğitim öğretmenlerinin ifadeleri incelendiğinde öğrencilerde olumlu davranışlar gözlemlediklerini belirttikleri görülmektedir. Ayrıca Öğretmenlerin, daha önce birbirleri ile iletişim kurmayan öğrencilerin şimdi koridorda etkinlikler hakkında konuştukları, etkinlikler başladıktan sonra matematik dersine gösterdikleri ilginin arttığı, programın devamlılığının onlar ve çocuklar için çok faydalı olduğu şeklinde ifadeler kullandıkları görülmektedir. Bu doğrultuda elde edilen veriler araştırma kapsamında geliştirilen eğitim programının sosyal geçerliği yüksek olan bir program olduğunu göstermektedir.

5.3. Öneriler

Araştırmada elde edilen bulgu ve sonuçlara göre aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir.

1) özel öğrenme güçlüğü olan çocukların sayı hissi gelişimine yönelik çalışmaların arttırılması,

2) Özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin matematik öğrenme süreçlerine yönelik daha fazla müdahale programının oluşturulması ve uygulanması,

3) Özel öğrenme güçlüğü olan çocukların sayı hissi, üstbilişsel farkındalık ve öz yeterlik algılarını farklı değişkenler açısından inceleyen çalışmaların yürütülmesi

4) Müdahale programlarının içerisinde teknoloji kullanımına daha fazla yer verilmesi,

5) Matematik öğrenme güçlüğü riski taşıyan çocukların sayı hissi gelişimlerine yönelik boylamsal çalışmaların arttırılması,

6) öğretmenlere, öğrencilerin sayı hissi, matematiksel üstbiliş farkındalık ve öz yeterlik algısını geliştirmeye yönelik eğitimlerin verilmesi,

7) Özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi gelişimlerine destek olacak teorik ve uygulama kitaplarının yazılması,

8) özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sayı hissi, matematiksel üstbilişsel farkındalık ve öz yeterlik algısı açısından farklı öğretim kademlerinde değerlendirilmesi,

9) İlköğretim matematik programlarının içerisinde sayı hissine ayrı bir bölüm olarak yer verilmesi,

10) Öğrencilerin sayı hissi ve üstbilişsel stratejileri kullanma durumlarını gerçek yaşam durumlarında kullanmayı gerektiren etkinliklerin hazırlanması,

11) Matematik becerilerini geliştirmeye yönelik hazırlanan dijital oyunların arttırılması,

12) Farklı disiplinler içerisinde sayı hissinin kullanım alanlarına ilişkin çalışmaların yürütülmesi,

13) öğretmenlerin matematik öğretiminde teknolojiden daha fazla yararlanması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Alsawaie, O. N. (2012). Number sense-based strategies used by high-achieving sixth grade students who experienced reform textbooks. International Journal of Science and Mathematics Education, 10(5), 1071-1097.

Amerikan Psikiyatri Birliği. (2013). Ruhsal bozuklukların tanısal ve sayımsal el kitabı (E. Köroğlu, Çev.). Ankara: Hekimler Yayın Birliği.

Anghileri, J. (2006). Teaching Number Sense.Londra: Continuum.

Arnold, D.H., Fisher, P.H., Doctoroff, G.L., & Dobbs, J. (2002). Accelerating math development in head start classrooms. Journal of Educational Psychology, 94(4), 762-770. http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.94.4.762

Baki, G. Ö., & Çelik, E. (2021). Ortaokul matematik öğretmenlerinin uzaktan eğitimde matematik öğretim deneyimleri. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, *12*(1), 293-320.

Bandura, A. (1986). Social Foundations of thought and action. A social cognitive theory. Englewood Cliffs, N.J. Prentice Hall.

Bandura, A. (1997). Self-efficacy: The exercise of control. New York: Freeman.

Barlett, C. P., Anderson, C. A., & Swing, E. L. (2009). Video game effects-confirmed, suspected, and speculative. A review of the evidence. Simulation & Gaming, 40(3), 377–403. doi:10.1177/1046878108327539.

Baroody, A. J. (2009). Fostering early numeracy in preschool and kindergarten. Encyclopedia of language and literacy development (pp. 1–9). London, ON: Canadian Language and Literacy Research Network. Retrieved [March 4, 2010] from http://literacyencyclopedia.ca/pdfs/topic.php?topId=271.

Bartolome A. (1994) Multimedia interactivo y sus posibili-dades en educacio´n superior. Pı´xel-Bit. Revista de mediosy Educacio´n1, 5–14.

Bedel, E. F. (2012). An Examination of Locus of Control, Epistemological Beliefs and Metacognitive Awareness in Preservice Early Childhood Teachers. Educational Sciences: Theory & Practice, 12, 3051-3060.

Bender, W. N. (2012). Öğrenme güçlüğü olan bireyler ve eğitimleri (H. Sarı, Çev.). Ankara: Nobel Yayınları.

Bender, W. N. (Ed.). (2009). Differentiating math instruction: Strategies that work for K-8 classrooms. Corwin Press.

Berninger, V. W. (2008). Defining and differentiating dysgraphia, dyslexia, and language learning disability within a working memory model. *Brain, behavior, and learning in language and reading disorders*, 103-134.

Berninger, V. W., & O'Malley May, M. (2011). Evidence-based diagnosis and treatment for specific learning disabilities involving impairments in written and/or oral language. *Journal of Learning Disabilities*, *44*(2), 167-183.

Berninger, V. W., & Wolf, B. J. (2016). *Dyslexia, dysgraphia, OWL LD, and dyscalculia*. Baltimore, MD: Paul H. Brookes Publishing Co.

Bishop, A. (1991). *Mathematical enculturation: A cultural perspective on mathematics education* (Vol. 6). Springer Science & Business Media.

Bley, N. S., & Thornton, C. A. (2001). Teaching mathematics to students with learning disabilities. PRO-ED, Inc., 8700 Shoal Creek Blvd., Austin, TX 48757-6897.

Brown, A. L. (2017). Metacognitive development and reading. In *Theoretical issues in reading comprehension* (pp. 453-482). Routledge.

Bryant, D. P., Bryant, B. R., & Hammill, D. D. (2000). Characteristic behaviors of students with LD who have teacher-identified math weaknesses. *Journal of learning disabilities*, *33*(2), 168-177.

Buckley S. (1995) Aprendizaje de la lectura como ensen˜anzadel lenguaje en nin˜os con Sı´ndrome de Down: resultadosy significado teo´rico. InSı´ndrome de Down. Aspectosespecı´ficos(ed. J. Perera), pp. 109–120. Masson, Barce-lona.

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

Butterworth, B., & Laurillard, D. (2010). Low numeracy and dyscalculia: Identification and intervention. ZDM Mathematics Education, 42(6), 527-539. doi: 10.1007/s11858-010-0267-4

Büyüköztürk, ġ., Çakmak, E. K., Akgün, Ö.E., Karadeniz, ġ. ve Demirel, F. (2010) Bilimsel AraÇtırma Yöntemleri (5. Baskı). PegemA Yayıncılık. Ankara, 2010.

Caleon, I., & Subramaniam, R. (2010). Development and application of a three- tier diagnostic test to assess secondary students' understanding of waves. *International journal of science education*, *32*(7), 939-961.

Castles, A., Wilson, K., & Coltheart, M. (2011). Early orthographic influences on phonemic awareness tasks: Evidence from a preschool training study. *Journal of Experimental Child Psychology*, *108*(1), 203-210.

Chen S.M. & Bernard-Opitz V. (1993) Comparison of per-sonal and computer-assisted instruction for children withautism.Mental Retardation31, 368–376.

Cheung, K. L., & Yang, D. C. (2020). Performance of sixth graders in Hong Kong on a number sense three-tier test. Educational Studies, 46(1), 39-55.

Chung, P., & Patel, D. R. (2015). Dysgraphia. *International Journal of Child and Adolescent Health*, *8*(1), 27.

Creswell, J. W. (2017). *Eğitim araştırmaları: Nicel ve nitel araştırmanın planlanması, yürütülmesi ve değerlendirilmesi*. Edam.

Çekirdekci, S., & Yorulmaz, A. (2021). İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programlarının Sayı Hissine Göre İncelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (43), 254-278.

Çekirdekci, S., Şengül, S., & Doğan, M. C. (2018). The Relationship Between Number Sense And Metacognition. *Uluslararası Avrasya Sosyal Bilimler Dergisi*, *9*(34), 2465-2481.

Çekirdekçi, S., Şengül, S., & Doğan, M. C. (2016). 4. Sınıf Öğrencilerinin Sayı Hissi İle Matematik Başarıları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Qualitative Studies*, *11*(4), 48-66.

Çetin, H., & Öztürk, Ş. (2020). İlkokul Matematik Öğretim Pogramının Sayı Duyusu Temel Bileşenlerine Göre İncelenmesi. *Ulusal Eğitim Akademisi Dergisi*, *4*(2), 163-180.

Dehaene, S. (2001). Précis of the number sense. Mind and Language, 16(1), 16-36.

Dehaene, S. (2003). The neural basis of the Weber–Fechner law: a logarithmic mental number line. *Trends in cognitive sciences*, *7*(4), 145-147.

Dehaene, S. (2011). *The number sense: How the mind creates mathematics*. OUP USA.

Der Ching Yang, & Tsai, Y. F. (2010). Promoting sixth graders' number sense and learning attitudes via technology-based environment. *Journal of Educational Technology & Society*, *13*(4), 112-125.

Desoete, A. (2001). *Off-line metacognition in children with mathematics learning disabilities* (Doctoral dissertation, Ghent University).

Desoete, A., Roeyers, H., & Huylebroeck, A. (2006). Metacognitive skills in Belgian third grade children (age 8 to 9) with and without mathematical learning disabilities. *Metacognition and Learning*, *1*(2), 119-135.

Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders: DSM-5,5th edn. Arlington, VA: American Psychiatric Publishing; 2013.

Dyson, N. I., Jordan, N. C., & Glutting, J. (2013). A number sense intervention for low-income kindergartners at risk for mathematics difficulties. Journal of Learning Disabilities, 46(2), 166-181. http://dx.doi.org/10.1177/0022219411410233

Faulkner, V. N., & Cain, C. (2009). The components of number sense: An instructional model for teachers. *Teaching Exceptional Children*, *41*(5), 24-30.

Feigenson, L., Dehaene, S., & Spelke, E. (2004). Core systems of number. *Trends in cognitive sciences*, *8*(7), 307-314.

Fischer, U., Moeller, K., Bientzle, M., Cress, U., & Nuerk, H. C. (2011). Sensori-motor spatial training of number magnitude representation. Psychonomic Bulletin & Review, 18 (1), 177–183. doi:10.3758/s13423-010-0031-3

Fisher, R. (1998). Thinking about thinking: Developing metacognition in children. *Early Child Development and Care*, *141*(1), 1-15.

Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. *American psychologist*, *34*(10), 906.

Forgrave, K. E. (2002). Assistive technology: Empowering students with learning disabilities. *The Clearing House*, *75*(3), 122-126.

Frenzel, L. (1980). The personal computer: Last chance for CAI? BYTE, 5(7), 86-96.

Fuson, K. C. (1988). Children's Counting and the Concepts of Number. Springer-Verlag, New York.

Fuson, K. C. (1992). Research on whole number addition and subtraction. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (pp. 243–275). Macmillan Publishing Co, Inc.

Garrett, A. J., Mazzocco, M. M., & Baker, L. (2006). Development of the metacognitive skills of prediction and evaluation in children with or without math disability. *Learning Disabilities Research & Practice*, *21*(2), 77-88.

Geary, D. C. (2004). Mathematics and learning disabilities. Journal of learning disabilities, 37(1), 4-15.

Geary, D. C., & Hoard, M. K. (2005). Learning disabilities in arithmetic and mathematics. Handbook of mathematical cognition, 253-268.

Geary, D. C., Hamson, C. O., & Hoard, M. K. (2000). Numerical and arithmetical cognition: A longitudinal study of process and concept deficits in children with learning disability. Journal of experimental child psychology, 77(3), 236-263.

Ginsburg, H. P. (1997). Mathematics learning disabilities: A view from developmental psychology. Journal of learning disabilities, 30(1), 20-33.

Grigorenko, E. L., Compton, D. L., Fuchs, L. S., Wagner, R. K., Willcutt, E. G., & Fletcher, J. M. (2020). Understanding, educating, and supporting children with specific learning disabilities: 50 years of science and practice. *American Psychologist*, *75*(1), 37.

Gross-Tsur, V., Manor, O., & Shalev, R. S. (1996). Developmental dyscalculia: Prevalence and demographic features. Developmental Medicine and Child Neurology, 38, 25–33.

Gülbağci Dede, H. (2018). İlköğretim ve ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının sayı hissinin incelenmesi (Doktora tezi, Marmara Üniversitesi). https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/474710

Halberda, J., Mazzocco, M. M., & Feigenson, L. (2008). Individual differences in non-verbal number acuity correlate with maths achievement. *Nature*, *455*(7213), 665-668.

Hanich, L. B., Jordan, N. C., Kaplan, D., & Dick, J. (2001). Performance across different areas of mathematical cognition in children with learning difficulties. *Journal of educational psychology*, *93*(3), 615.

Hartman, H. J. (Ed.). (2001). *Metacognition in learning and instruction: Theory, research and practice* (Vol. 19). Springer Science & Business Media.

Hertzog, C., & Robinson, A. E. (2005). Metacognition and Intelligence. In O. Wilhelm & R. W. Engle (Eds.), *Handbook of understanding and measuring intelligence* (pp. 101–123). Sage Publications, Inc. https://doi.org/10.4135/9781452233529.n7

Howden, H. (1989). Teaching number sense. The Arithmetic Teacher, 36(6), 6

Hunting, R. P. (2003). Part-whole number knowledge in preschool children. Journal of Mathematical Behavior, 22, 217–235.

Jordan, N. C. (2007). The need for number sense. Educational Leadership, 65(2), 63–66.

Jordan, N. C., & Hanich, L. B. (2003). Characteristics of children with moderate mathematics deficiencies: A longitudinal perspective. *Learning Disabilities Research & Practice*, *18*(4), 213-221.

Jordan, N. C., Glutting, J., Dyson, N., Hassinger-Das, B., & Irwin, C. (2012). Building kindergartners' number sense: A randomized controlled study. Journal of Educational Psychology, 104(3), 647. http://dx.doi.org/10.1037/a0029018

Kaplan, A., & Duran, M. (2016). Ortaokul Öğrencilerine Yönelik Matematiksel Üstbiliş Farkındalık Ölçeği: Geçerlik Ve Güvenirlik Çalışması. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (32), 1-17.

Käser T., Baschera G-M., Kohn J., Kucian K., Richtmann V., Grond U., Gross M., & von Aster, M. (2013). Design and evaluation of the computer-based training program Calcularis for enhancing numerical cognition. Front Dev Psychol 4,1–13.

Kavale, K. A., Spaulding, L. S., & Beam, A. P. (2009). A time to define: Making the specific learning disability definition prescribe specific learning disability. *Learning Disability Quarterly*, *32*(1), 39-48.

Kaynar, H., Kurnaz, A., Doğrukök, B., & Barışık, C. Ş. (2020). Ortaokul Öğrencilerinin Uzaktan Eğitime İlişkin Görüşleri. *Electronic Turkish Studies*, *15*(7).

Kevan, A., & Pammer, K. (2008). Visual deficits in pre-readers at familial risk for dyslexia. *Vision research*, *48*(28), 2835-2839.

Kirriemuir, J. (2002). The relevance of video games and gaming consoles to the higher and further education learning experience. Techwatch report. Retrieved from http://tecnologiaedu.us.es/nweb/htm/pdf/301.pdf.

Kitsantas, A., Cheema, J. & Ware, H. (2011). Mathematics achievement: the role of homework and selfefficacy beliefs, Journal of Advanced Academics, 22(2), 310–339.

Klassen, R. (2002). A question of calibration: A review of the self-efficacy beliefs of students with learning disabilities. *Learning disability quarterly*, *25*(2), 88-102.

Koontz, K. L. (1996). Identifying simple numerical stimuli: Processing inefficiencies exhibited by arithmetic learning disabled children. Mathematical Cognition, 2(1), 1-24.

Kosc, L. (1974). Developmental dyscalculia. *Journal of learning disabilities*, *7*(3), 164-177.

Kruger, J. and Dunning, D. (1999). "Unskilled and Unaware of It: How Difficulties in Recognizing One's Own Incompetence Lead to Inflated SelfAssessments," Journal of Personality and Social Psychology, Vol.77, No.6, pp. 1121-1134.

Kucian, K., & von Aster, M. (2015). Developmental dyscalculia. European journal of pediatrics, 174(1), 1-13.

Kucian, K., Grond, U., Rotzer, S., Henzi, B., Schönmann, C., Plangger, F., ... & von ASTER, M. (2011). Mental number line training in children with developmental dyscalculia. *NeuroImage*, *57*(3), 782-795.

Kuhn, D. (2000). Theory of mind, metacognition, and reasoning: A life-span perspective. *Children's reasoning and the mind*, 301-326.

Kuhn, J. T., & Holling, H. (2014). Number sense or working memory? The effect of two computer-based trainings on mathematical skills in elementary school. *Advances in cognitive psychology*, *10*(2), 59.

Kuiper, R. (2002). Enhancing metacognition through the reflective use of self-regulated learning strategies. *The Journal of Continuing Education in Nursing*, *33*(2), 78-87.

Kurtuluş, A., & Öztürk, B. (2017). Ortaokul öğrencilerinin üstbilişsel farkındalık düzeyi ile matematik öz yeterlik algısının matematik başarısına etkisi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (31), 762-778.

Kyaw, A. M. M., & Thein, N. N. (2018). A study of the relationship between the number sense and problem solving skills in mathematics of middle school students. J. Myanmar Academic Art Science, 16(9), 435- 464.

Landerl, K., Bevan, A., & Butterworth, B. (2004). Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: a study of 8-9- year-old students. Cognition, 93(2), 99-125. doi: 10.1016/j.cognition.2003.11.004

Larsen, N. E., & Jang, E. E. (2021). Instructional practices, students' self-efficacy and math achievement: A multi-level factor score path analysis. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, *21*(4), 803-823.

Laurillard, D. (2016). The educational problem that MOOCs could solve: professional development for teachers of disadvantaged students. *Research in Learning Technology*, *24*.

Lemonidis, C., & Kaiafa, I. (2014). Fifth and sixth grade students' number sense in rational numbers and its relation with problem solving ability. Journal of Educational Research, 1, 61-74.

Lerner, J. (1989). Educational interventions in learning disabilities. Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 28, 326-331.

Lyon, G. R. (1995). Toward a definition of dyslexia. Annals of Dyslexia, 45, 3-27.

Lyon, G. R., Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2003). A definition of dyslexia. *Annals of dyslexia*, *53*(1), 1-14.

Maccini, P., Gagnon, J. C., & Hughes, C. A. (2002). Technology-based practices for secondary students with learning disabilities. *Learning Disability Quarterly*, *25*(4), 247-261.

Marga, S. A., Kusmayadi, T. A., & Fitriana, L. (2020). Exploring students mental computing based on number sense at 7th grade junior high school in ponorogo. Journal of Physics: Conference Series, 1539(1), 1-9.

Markovits, Z., & Sowder, J. (1994). Developing number sense: An intervention study in grade 7. Journal for Research in Mathematics Education, 25(1), 4-29. http://dx.doi.org/10.2307/749290

Mastrothanais, K., Kalianou, M., Katsifi, S., & Zouganali, A. (2018). The use of metacognitive knowledge and regulation strategies of students with and without special learning difficulties. *International Journal of special education*, *33*(1), 184-200.

Mayo, M. J. (2009). Video games: A route to large-scale STEM education? Science, 323(5910), 79–82. doi:10.1126/science.1166900.

McDowell, M. (2018). Specific learning disability. *Journal of paediatrics and child health*, *54*(10), 1077-1083.

McIntosh, A., Reys, B. J., & Reys, R. E. (1992). A proposed framework for examining basic number sense. For the learning of mathematics, 12(3), 2-44.

McIntosh, A., Reys, B., Reys, R., Bana, J., & Farrell, B. (1997). Number sense in school mathematics: Student performance in four countries.

Mehler, J., & Bever, T. G. (1967). Cognitive capacity of very young children. *Science*, *158*(3797), 141-142.

Milenković, D. D., Hrin, T. N., Segedinac, M. D., & Horvat, S. (2016). Development of a three-tier test as a valid diagnostic tool for identification of misconceptions related to carbohydrates. *Journal of Chemical Education*, *93*(9), 1514-1520.

Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). Matematik dersi öğretim programı. http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201813017165445-MATEMAT%C4%B0K%20%C3%96%C4%9ERET%C4%B0M%20PROGRAMI%202018v.pdf adresinden 10 Mayıs 2022 tarihinde alınmıştır.

Molnar, A. (1997). Computers in education: A brief history. T.H.E. Journal, 24(11), 63-68.

Moores, T. T., Chang, J. C. J., & Smith, D. K. (2006). Clarifying the role of self-efficacy and metacognition as predictors of performance: Construct development and test. *ACM SIGMIS Database: the DATABASE for Advances in Information Systems*, *37*(2-3), 125-132.

Morais, J., Cary, L., Alegria, J., & Bertelson, P. (1979). Does awareness of speech as a sequence of phones arise spontaneously? *Cognition*, *7*(4), 323-331.

Morgan, W. P. (1896). A case of congenital word-blindness (inability to learn to read). British Medical Journal, 2, 1543–1544.

Nadel L., ed. (1988) The psychobiology of Down Syndrome.The MIT Press, Cambridge.

Nittrouer, S., & Pennington, B. (2010). New approaches to the study of childhood language disorders. *Current directions in psychological science*, *19*(5), 308-313.

Oğuz, A., & Kutlu Kalender, M. D. (2018). Ortaokul öğrencilerinin üstbilişsel farkındalıkları ile öz yeterlik algıları arasındaki ilişki. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*.

Okolo, C. (1992). The effects of computerbased attribution retraining on the attributions, persistence, and mathematics computation of students with learning disabilities. Journal of Learning Disabilities, 25, 327-334.

Olkun, S. Can, D. ve Yeşilpınar, M. (2013). Hesaplama Performansı Testi: Geçerlilik ve Güvenilirlik Çalışması. XII. Ulusal Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumunda tam metin kitabı. Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi. 89-92.

Olkun, S., Yıldız, E., Sarı, M. H., Uçar, A., & Aybala Turan, N. (2014). Ortaokul Öğrencilerinde İşlemsel Akıcılık, Çarpım Tablosu Ve Sözel Problemlerde Başarı. *Ilkogretim Online*, *13*(4).

Ortega-Tudela J.M. (2005) Bondades y limitaciones delmaterial multimedia para personas con Sı´ndrome dedown.Revista Sı´ndrome de Down22, 84–92.

Ortega- Tudela, J. M., & Gómez- Ariza, C. J. (2006). Computer- assisted teaching and mathematical learning in Down syndrome children. *Journal of computer assisted learning*, *22*(4), 298-307.

Orton, S. T. (1925). Word-blindness in school children. *Archives of Neurology & Psychiatry*, *14*(5), 581-615.

Özkubat, U., & Özmen, E. R. (2018). Öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin matematik problemi çözme süreçlerinin incelenmesi: sesli düşünme protokolü uygulaması. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, *19*(1), 155-180.

Öztürk, M., Durmaz, B., & Derya, C. A. N. (2019). Sayı Konuşmalarının Diskalkulik Ortaokul Öğrencilerinin Sayı Duyularına Etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, *27*(6), 2467-2480. https://doi.org/10.24106/kefdergi.3337

Öztürk, Y.A & Şahin, Ç. (2015). Matematiğe ilişkin akademik başarı-özyeterlik ve tutum arasındaki ilişkilerin belirlenmesi [Determining the relationships between academic achievement, self-efficacy and attitudes towards maths]. International Journal of Social Science, 31, 343-366. doi:10.9761/JASSS2621.

Pammer, K., Lavis, R., Cooper, C., Hansen, P. C., & Cornelissen, P. L. (2005). Symbol-string sensitivity and adult performance in lexical decision. *Brain and Language*, *94*(3), 278-296.

Papastergiou, M. (2009). Digital game-based learning in high school computer science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. Computers & Education, 52(1), 1–12. doi:10.1016/j. compedu.2008.06.004

Pereira, R., Baranauskas, M., & da Silva, S. (2013). Social software and educational technology: Informal, formal, and technical values. Educational Technology & Society, 16(1), 4-14.

Peşman, H., & Eryılmaz, A. (2010). Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. *The Journal of educational research*, *103*(3), 208-222.

Pilmer C. D. (2008). Number Sense. Nova Scotia School for Adult Learning Department of Labour and Workforce Development. http://gonssal.ca/documents/NumberSense.pdf Adresinden edinilmiştir.

Prensky, M. (2001). Digital game-based learning. New York: McGraw-Hill. Fokides, E. (2018). Digital educational games and mathematics. Results of a case study in primary school settings. *Education and Information Technologies*, *23*(2), 851-867.

Price, G. R., & Ansari, D. (2013). Dyscalculia: Characteristics, causes, and treatments. Numeracy, 6(1), 1-16.

Ramus, F. (2001). Outstanding questions about phonological processing in dyslexia. *Dyslexia*, *7*(4), 197-216.

Robertson, D., & Miller, D. (2009). Learning gains from using games consoles in primary classrooms: A randomized controlled study. Procedia - Social & Behavioral Sciences, 1(1), 1641–1644. doi:10.1016/j. sbspro.2009.01.289.

Rotem, A., & Henik, A. (2020). Multiplication facts and number sense in children with mathematics learning disabilities and typical achievers. *Cognitive Development*, *54*, 100866. https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2020.100866

Ruter, K. (2015). Improving number sense using number talks. Master's Thesis, Dordt University Insitute of Educationa Sciences, Sioux Center IA.

Sari, M. H., & Olkun, S. (2020). Developing Number Sense in Students with Mathematics Learning Disability Risk. *International Online Journal of Primary Education*, *9*(2), 228-243.

Scanlon, M., Buckingham, D., & Burn, A. (2005). Motivating maths? Digital games and mathematical learning. *Technology, pedagogy and education*, *14*(1), 127-139.

Schraw, G., & Dennison, R. S. (1994). Assessing Meta-Cognitive Awareness. Contemporary Educational Psychology, 19, 460-475. https://doi.org/10.1006/ceps.1994.1033

Schunk, D. H., & Pajares, F. (2002). The development of academic self-efficacy. In *Development of achievement motivation* (pp. 15-31). Academic Press.

Sema, A. C. A. R., & PEKER, B. 2018 Ortaokul Matematik Öğretim Programının Sayı Hissi Bileşenlerine Göre İncelenmesi. *Eğitim ve Yeni Yaklaşımlar Dergisi*, *4*(2), 114-128.

Sevgi, S., & Alpaslan, N. A. (2020). Ortaokul öğrencilerinin matematiğe yönelik duyuşsal giriş özellikleri ile sayı duyusuna yönelik öz yeterliklerinin incelenmesi. Turkish Journal of Educational Studies, 7(2), 170-193.

Shalev, R. S. (2004). Developmental dyscalculia. Journal of child neurology, 19(10), 765-771.

Sia, D. T., Treagust, D. F., & Chandrasegaran, A. L. (2012). Hıgh School Students'proficıency And Confıdence Levels In Dısplayıng Theır Understandıng Of Basıc Electrolysıs Concepts. *International Journal Of Science And Mathematics Education*, *10*(6), 1325-1345.

Singh, P. (2009). An Assessment of Number Sense among Secondary School Students. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*.

Singh, P., Rahman, N. A., Ramly, M. A., & Hoon, T. S. (2019). From nonsense to number sense: Enumeration of numbers in math classroom learning. The European Journal of Social & Behavioural Sciences, 25(2), 2933-2947.

Snowling, M. J. (1995). Phonological processing and developmental dyslexia. *Journal of research in reading*.

Sood, S., & Jitendra, A. K. (2013). An exploratory study of a number sense program to develop kindergarten students' number proficiency. *Journal of Learning Disabilities*, *46*(4), 328-346.

Stankov, L., & Crawford, J. D. (1997). Self-confidence and performance on tests of cognitive abilities. *Intelligence*, *25*(2), 93-109.

Starr, A., Libertus, M. E., & Brannon, E. M. (2013). Number sense in infancy predicts mathematical abilities in childhood. Proceedings of the National Academy of Sciences, 110(45), 18116-18120.

Stetter, M. E., & Hughes, M. T. (2011). Computer Assisted Instruction to Promote Comprehension in Students with Learning Disabilities. *International Journal of Special Education*, *26*(1), 88-100.

Stultz, S. L. (2013). The effectiveness of computer-assisted instruction for teaching mathematics to students with specific learning disability. *The Journal of Special Education Apprenticeship*, *2*(2), 7.

Sturken, M., Thomas, D., & Ball-Rokeach, S. (Eds.). (2004). *Technological visions: The hopes and fears that shape new technologies*. Temple University Press.

Swanson, H. L. (1990). Influence of metacognitive knowledge and aptitude on problem solving. *Journal of educational psychology*, *82*(2), 306.

Sweeney, C. M. (2010). The metacognitive functioning of middle school students with and without learning disabilities during mathematical problem solving (Doctoral dissertation, Miami University). Retrieved from http://scholarlyrepository.miami.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1432&context=oa_dissertations

Takır, A. (2016). 6. 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin sayı duyusu becerilerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, 29, 309-323.

Thomas, D., & Brown, J. S. (2011). *A new culture of learning: Cultivating the imagination for a world of constant change* (Vol. 219). Lexington, KY: CreateSpace.

Tobias, S., Fletcher, J. D., Dai, D. Y., & Wind, A. P. (2011). Review of research on computer games. In S. Tobias & J. D. Fletcher (Eds.), Computer games and instruction (pp. 127–222). Charlotte: Information Age.

Tsao, Y. L. (2004). Effects of a Problem-Solving-Based Mathematics Course on Number Sense of Preservice Teachers. Journal Of College Teaching and Learning, 1 (2), 33-50.

Tseng, M. H., & Chow, S. M. (2000). Perceptual-motor function of school-age children with slow handwriting speed. *The American Journal of Occupational Therapy*, *54*(1), 83-88.

Ulusoy, Ç. A. (2020). Sayı duyusu temelli öğretimin altıncı sınıf öğrencilerinin özyeterliklerine ve performanslarına etkisi. Eğitim ve Bilim, 45(202), 417-439

Ulusoy, Ç. A., & Şahiner, Y. (2017). Sayı Duyusuna Yönelik Özyeterlik Ölçeği'nin Geliştirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, *25*(1), 17-32.

Ulusoy, Ç. A., & Şahiner, Y. (2017). Sayı Duyusuna Yönelik Özyeterlik Ölçeği'nin Geliştirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, *25*(1), 17-32.

Unat, Y. (2015). Bilim Tarihi. *Tarih İçin Metodoloji,(Usta Tarihçilere Göre Çalışma Alanları), Ed. Ahmet Şimşek, PegemA Yayınları, Ankara*, 76-78.

Urfali Dadandi, P., & Şahin, M. (2018). Özgül Öğrenme Güçlüğü Tanısı Olan ve Normal Gelişim Gösteren Çocukların Benlik Kavramları, Öz-Yeterlik İnançları ve Sosyal Becerilerinin Karşılaştırılması. *Ilkogretim Online*, *17*(2).

Van de Walle, J. A. (2003). Developing early number concepts and number sense. In Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally (pp. 115–134). Boston, MA: Allyn & Bacon.

Vellutino, F. R. (1979). The validity of perceptual deficit explanations of reading disability: A reply to Fletcher and Satz. *Journal of Learning Disabilities*, *12*(3), 160-167.

Vidyasagar, T. R., & Pammer, K. (2010). Dyslexia: a deficit in visuo-spatial attention, not in phonological processing. *Trends in cognitive sciences*, *14*(2), 57-63.

Von Aster, M. G., & Shalev, R. S. (2007). Number development and developmental dyscalculia. Developmental medicine & child neurology, 49(11), 868-873.

Wang, M. C., Haertel, G. D., & Walberg, H. J. (1990). What influences learning? A content analysis of review literature. *The Journal of Educational Research*, *84*(1), 30-43.

Whitacre, I., Henning, B., & Atabaş, Ş. (2020). Disentangling the research literature on number sense: Three constructs, One name. *Review of Educational Research*, *90*(1), 95-134.

Wirtz, R. W. (1974). Mathematics for everyone. Washington, DC: Curriculum Development Associates.

Wong, T. T. Y., Ho, C. S. H., & Tang, J. (2017). Defective number sense or impaired access? Differential impairments in different subgroups of children with mathematics difficulties. *Journal of learning disabilities*, *50*(1), 49-61. https://doi.org/10.1177/0022219415588851

Yang, D. C. (2002). Teaching and learning number sense. School Science and Mathematics, 102(4), 152-157. http://dx.doi.org/10.1111/j.1949-8594.2002.tb18197.x

Yang, D. C. (2003). Teaching and learning number sense–an interventıon study of fıfth grade students in Taİwan. International Journal of Science and Mathematics Education, 1(1), 115-134.

Yang, D. C. (2005). Number sense strategies used by 6th- grade students in Taiwan. *Educational Studies*, *31*(3), 317-333.

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. (2018). Methods used by fourth graders when responding to number senserelated questions. American Journal of Education and Learning, 3(2), 1-13.

Yang, D. C., & Lin, Y. C. (2015). Assessing 10-to 11-year-old children's performance and misconceptions in number sense using a four-tier diagnostic test. *Educational Research*, *57*(4), 368-388.

Yang, D. C., Hsu, C. J., & Huang, M. C. (2004). A study of teaching and learning number sense for sixth grade students in Taiwan. International Journal of Science and Mathematics Education, 2(3), 407-430. http://dx.doi.org/10.1007/s10763-004-6486-9

Yang, D. C., Li, M. N., & Lin, C. I. (2008). A study of the performance of 5th graders in number sense and its relationship to achievement in mathematics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *6*(4), 789-807.

Yılmaz Yenioğlu, B. (2019). Zihin yetersizliği olan çocukların sayı hissini geliştirmede doğrudan öğretim yöntemine dayalı etkinlik paketinin etkililiği. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Zimmerman, B. J. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary educational psychology*, *25*(1), 82-91.

Zoccolotti, P., & Friedmann, N. (2010). From dyslexia to dyslexias, from dysgraphia to dysgraphias, from a cause to causes: A look at current research on developmental dyslexia and dysgraphia. *Cortex*, *46*(10), 1211-1215.

EKLER

EK 1.

ÖĞRENCİNİN AKADEMİK ÖZGEÇMİŞİ

Kişisel Bilgiler			
Adı ve Soyadı	Sıla DOĞMAZ		
E-postası/Web Sayfası			
Bildiği Yabancı Diller	İngilizce		
Uzmanlık Alanı	Özel Eğitim		
Öğrenim Bilgileri			
	Üniversite	Bölüm/ ABD	Yıl
Lisans	Dokuz Eylül Üniversitesi	Matematik ve Fen Bilimleri Bölümü/İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programı	2012
Yüksek Lisans	Dokuz Eylül Üniversitesi	Özel Eğitim/ Özel Eğitim Yüksek Lisans Programı	2016
YL Tez Başlığı	Özel Öğrenme Güçlüğü Olan Öğrencilerin İki Basamaklı Matematiksel Rutin Problem Çözme Performanslarını Geliştirmede Diyagram Yöntemi Kullanımının Etkililiği		
YL Tez Danışmanı	Doç.Dr. Burak KARABEY		

Akademik Eserler

(Makale, kitap, kitap bölümü, bildiri, poster, sergi, konser vb. eserlerden kaynakça yazım kurallarına göre en fazla 10 eser yazılmalıdır.)

Tezden üretilen yayınlar * ile işaretlenmelidir.

1.DOGMAZ TUNALI SILA, YILDIZ DEMIRTAS VESILE (2022). Matematik Ögrenme Güçlügü ve Sayı Hissi. EDUCATIONE Dergisi, 5(1) (Yayın No: 7692977)*

2. DOGMAZ TUNALI SILA, MUTLU Hüseyin, KARADAG FILIZ, YILDIZ DEMIRTAS VESILE (2022). Ilkokul Ögrencilerinin Bakıs Açısından Özel Gereksinimli Akranlarının Okuldaki Deneyimleri. Uluslararası Sosyal Bilimler Akademi Dergisi, 4(8), 256-272., Doi: 10.47994/usbad.1068582 (Yayın No: 7692782)

3. GIRLI ALEV,DOGMAZ SILA (2018). Ability of Children with Learning Disabilities and Children with Autism Spectrum Disorder to Recognize Feelings from Facial Expressions and Body Language. World Journal of Education, 8(2), 10-26., Doi: 10.5430/wje.v8n2p10 (Yayın No: 4248074)

4. DOGMAZ SILA,GIRLI ALEV (2017). ÖZEL ÖGRENME GÜÇLÜGÜ VE ZIHIN KURAMI ILISKISI. Journal of International Social Research, 10(51), 683-693., Doi: 10.17719/jisr.2017.1804 (Yayın No: 3776791)

5.MUTLU Hüseyin, YILDIZ DEMIRTAS VESILE, DOGMAZ TUNALI SILA, KARADAG FILIZ (2021). Ilkokul Çocuklarına Göre Özel Gereksinimli Bireyler: Resim Çiz-Anlat Teknigi. 2. Uluslararası Bilim, Egitim, Sanat ve Teknoloji Sempozyumu (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:7693053)

6.DOGMAZ TUNALI SILA, MUTLU Hüseyin, KARADAG FILIZ, YILDIZ DEMIRTAS VESILE (2021). Ögretmenlere Göre Özel Gereksinimli Ögrencilerin Okulda Yasadıkları. 2. Uluslararası Bilim, Egitim, Sanat ve Teknoloji Sempozyumu (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:7693047)

7.DOGMAZ SILA,CEPDIBI SIMGE,YILDIRIM DOGRU SAFIYE SUNAY (2018). Okul Öncesi

Dönemindeki Görme Yetersizligi olan Çocukların Ailelerinin Yönelim ve Bagımsız Hareket Becerileri Hakkındaki Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesi. VIII. Uluslararası Egitimde Arastırmalar Kongresi (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:4384168) **8.DOGMAZ SILA,GIRLI ALEV (2017). ÖZEL ÖGRENME GÜÇLÜGÜ VE ZIHIN KURAMI ILE ILISKISI. 9. Uluslararası Egitim Arastırmaları Kongresi (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:3771203)** **9..DOGMAZ SILA,ÖZTÜRK HALIL,KARADAG FILIZ (2017). Özel Egitim Ögretmen Adaylarının Elestirel Düsünme Egilimleri ile Ögrenme Stilleri Arasındaki Iliskinin Incelenmesi. IX. Uluslararası Egitim Arastırmaları Kongresi (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:3511587)** **10. DOGMAZ SILA,BALIM SILA (2017). Special education teacher candidates' Critical Thinking Levelsand Attitudes Towards Reading Habit. 6th Cyprus International Conference on EducationalResearch (CYICER-2017) (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:3791497)**
Alanıyla İlgili Bilimsel Kuruluşlara Üyelikler
Alanıyla İlgili Aldığı Ödüller

EK 2. Uygulama İzinleri

T.C.
İZMİR VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-12018877-604.01.02-44063521 22/02/2022
Konu : Araştırma İzni

VALİLİK MAKAMINA

İlgi : a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 21.01.2020 tarihli ve 81576613-10.06.02-E.1563890 sayılı yazısı (Genelge 2020/2).
b) Dokuz Eylül Üniversitesi Rektörlüğünün bila tarihli ve 195801 sayılı yazısı.

Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Özel Eğitim Anabilim Dalı Özel Eğitim Doktora Programı öğrencisi Sıla DOĞMAZ' ın, "Bilgisayar Destekli Matematik Öğretiminin Öğrenme Güçlüğü Olan Öğrencilerin Sayı Hissi, Matematiksel Üstbiliş Farkındalık ve Öz Yeterlilik Algısı Üzerindeki Etkililiği" konulu tez çalışmasını ekli listede belirtilen okullarda uygulama isteği ilgi (b) yazısında belirtilmektedir.

Söz konusu ölçeklerin uygulanmasının, ekil listede belirtilen okullarda 2021-2022 eğitim öğretim yılında eğitim öğretimi aksatmayacak ve eğitim kurumu yöneticilerinin uygun gördüğü şekilde yapılması Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

Dr. Murat Mücahit YENTÜR
Milli Eğitim Müdürü

OLUR
Mustafa YILDIZ
Vali a.
Vali Yardımcısı

Ek:
1-Araştırma Değerlendirme Formu (1 Sayfa)
2-Anket Formları (18 Sayfa)

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Adres : Fevzipaşa mh. 452 sk. no:15 konak/ İZMİR
Belge Doğrulama Adresi : https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys
Bilgi için: Dudu ALP Bilgisayar İşletmeni
Telefon No : 0 (232) 280 36 31
Unvan : Bilgisayar İşletmeni
E-Posta: strateji35_1@meb.gov.tr
İnternet Adresi: Faks:
Kep Adresi : meb@hs01.kep.tr
Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. https://evraksorgu.meb.gov.tr adresinden 48f7-d4b5-327b-9947-fb15 kodu ile teyit edilebilir.

T.C.
İZMİR VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 12018877-604.01.02-E.2765501 08/02/2019
Konu : Sıla DOĞMAZ'ın
Araştırma İzni

VALİLİK MAKAMINA

İlgi : a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 22/08/2017 tarihli ve 355862610.06-E.12607291 sayılı yazısı (Genelge 2017/25)
b)Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğünün 22/01/2019 tarihli ve 184 sayılı yazısı.

Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Özel Eğitim Anabilim Dalı Özel Eğitim Doktora Programı öğrencisi Sıla DOĞMAZ'ın "Özel Öğrenme Güçlüğü Olan Öğrencilerin İşlemsel Akıcılıklarının Geliştirilmesinde Eğitici Bilgisayar Oyununun ve Kağıt-Kalem ile Uygulanan Geleneksel Yöntemin Etkililiklerinin Karşılaştırılması " konulu tez çalışması için kullanacağı ölçekleri, Müdürlüğümüz Buca Makbule Süleyman Alkan Ortaokulu, Ege İhracatçı Birlikleri Ortaokulu, Buca Ortaokulu, Kozağaç Ortaokulu'nda uygulama isteği ilgi (b) yazı ile belirtilmektedir.

Söz konusu ölçeklerin uygulanmasının,yukarıda adı geçen okullarda 2018-2019 Eğitim öğretim yılında eğitim öğretimi aksatmayacak ve eğitim kurumu yöneticilerinin uygun gördüğü şekilde yapılması Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

Ömer YAHŞİ
Milli Eğitim Müdürü

Ek:
1-Araştırma Değerlendirme Formu
2-Anket Formları

OLUR
08/02/2019
Ahmet Ali BARIŞ
Vali a.
Vali Yardımcısı

Adres: Fevzipaşa mh. 452 sk. no:15 Konak /İZMİR
Elektronik Ağ: izmir.meb.gov.tr
e-posta: stratiji35_1@meb.gov.tr

Bilgi için: Nihal GÜR
Tel: 0 (232) 280 36 31
Faks: 0 (___) ___ __ __

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. https://evraksorgu.meb.gov.tr adresinden 962a-5f53-3c89-87d0-c4b9 kodu ile teyit edilebilir.

ETİK İZİN

T.C.
İZMİR VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

ARAŞTIRMA DEĞERLENDİRME FORMU

ARAŞTIRMA SAHİBİNİN	
Adı Soyadı	Sıla Doğmaz
Kurumu / Üniversitesi	Dokuz Eylül ÜniversitesiEğitim Blimleri Enstitüsü Özel Eğitim Anabilim Dalı Özel Eğitim Doktora Programı
Araştırma Yapılacak İller	İzmir
Araştırma Yapılacak Eğitim Kurumu ve Kademesi	Altın Kalpler Özel Eğitim ve Disleksi Merkezi, Özel Çağdaş Işık Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi, Akademi Disleksi
Araştırmanın Konusu	Bilgisayar Destekli Matematik Öğretiminin Öğrenme Güçlüğü Olan Öğrencilerin Sayı Hissi, Matematiksel Üstbiliş Farkındalık ve ÖzYeterlik Algısı Üzerindeki Etkililiği
Üniversite / Kurum Onayı	
Araştırma/Proje/Ödev/Tez Önerisi	Bilgisayar Destekli Matematik Öğretiminin Öğrenme Güçlüğü Olan Öğrencilerin Sayı Hissi, Matematiksel Üstbiliş Farkındalık ve ÖzYeterlik Algısı Üzerindeki Etkililiği (Tez)
Veri Toplama Araçları	Gönüllü Katılımcı Onam Formu, Ebeveyn Onam Formu, Demografik Bilgi Formu, Hesaplama Performansı Testi, Matematiksel İşlem Başarı Testi, Sayı Duyusuna Yönelik Öz Yeterlik Algısı Ölçeği, Üç Aşamalı Sayı Hissi testi
Görüş İstenilecek Birim/Birimler	-----
KOMİSYON GÖRÜŞÜ	
İlgi: Milli Eğitim Bakanlığının 21/01/2020 tarihli ve 1563890 sayılı Araştırma, Yarışma ve Sosyal Etkinlik İzinleri konulu 2020/2 sayılı Genelgesi. Genelge gereğince; araştırma başvurusu olması gereken nitelikler açısından incelenmiş olup araştırmanın 2021-2022 öğretim yılında, eğitim öğretimi aksatmayacak ve eğitim kurumu yöneticisinin uygun gördüğü şekilde yapılmasına oybirliği ile karar verilmiştir.	
Komisyon Kararı	Oybirliği ile alınmıştır.
Muhalif Üyenin Adı ve Soyadı: ----	**Gerekçesi; ----------**

KOMİSYON

17/02/2022

(Başkan) İlker ERARSLAN, Müdür Yardımcısı
Üye Nurdan MARAL, Öğretmen
Üye Ceylan AYDIN, Öğretmen
Üye Dr.Yasin KAYIŞ, Öğretmen
Üye Selahattin ANIK, Öğretmen

T.C.
İZMİR VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 12018877-604.01.02-E.2888865 11.02.2019
Konu : Sıla DOĞMAZ'ın
Araştırma İzni

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİNE
(Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü)

İlgi : a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 22/08/2017 tarihli ve 12607291 sayılı yazısı (Genelge 2017/25)
b)22/01/2019 tarihli ve 184 sayılı yazınız.
c)08/02/2019 tarihli ve 2765501 sayılı Valilik Onayı.

ÜniversitenizEğitim Bilimleri Enstitüsü Özel Eğitim Anabilim Dalı Özel Eğitim Doktora Programı öğrencisi Sıla DOĞMAZ'ın "Özel Öğrenme Güçlüğü Olan Öğrencilerin İşlemsel Akıcılıklarının Geliştirilmesinde Eğitici Bilgisayar Oyununun ve Kağıt- Kalem ile Uygulanan Geleneksel Yöntemin Etkililiklerinin Karşılaştırılması " konulu tez çalışması için kullanacağı ölçekleri, Müdürlüğümüz Buca Makbule Süleyman Alkan Ortaokulu, Ege İhracatçı Birlikleri Ortaokulu, Buca Ortaokulu, Kozağaç Ortaokulu'nda uygulama isteği ilgi (c) Valilik Onayı ile uygun görülmüştür.

Araştırmacı tarafından yapılan araştırmanın tamamlanmasından itibaren en geç iki hafta içinde Araştırmanın Teslimine İlişkin Taahhütname Tutanağı doldurulup, araştırmanın CD'ye aktarılması sağlanarak Müdürlüğümüze gönderilmesi gerekmektedir.

Bilgilerinize ve gereğini arz ederim.

İlker ERARSLAN
Müdür a.
Müdür Yardımcısı

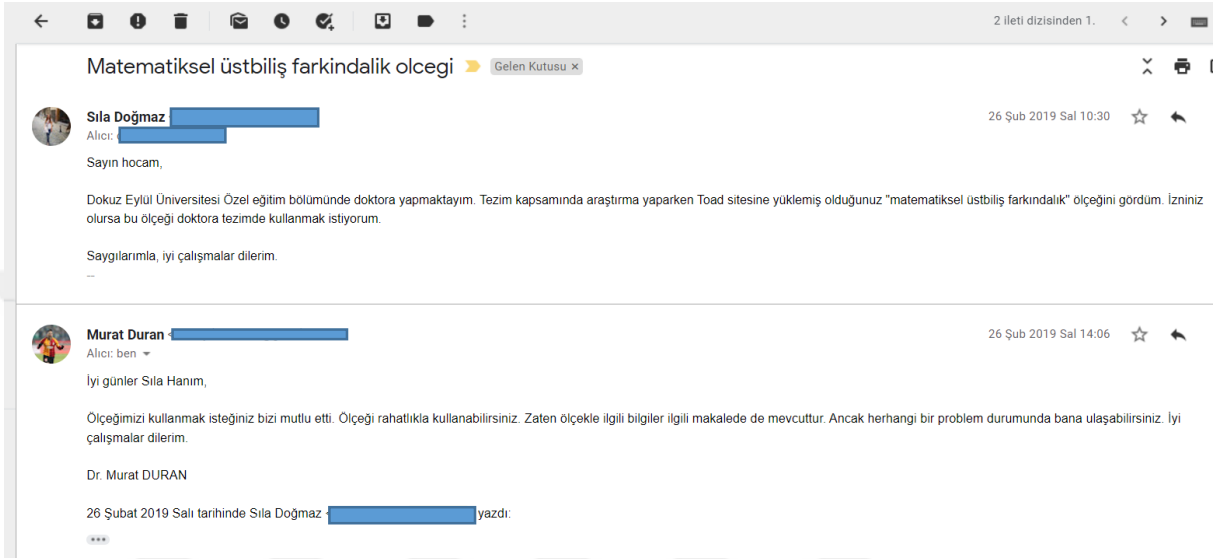
Ek:
1- Valilik Onayı (1 sayfa)
2- Araştırma Değerlendirme Formu
3- Anket Formları
4- Taahhüt Formu

Adres: Fevzipaşa mh. 452 sk. no:15 Konak /İZMİR
Elektronik Ağ: izmir.meb.gov.tr
e-posta: stratij35_1@meb.gov.tr

Bilgi için: Nihal GÜR
Tel: 0 (232) 280 36 31
Faks: 0 (___) ___ __ __

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. https://evraksorgu.meb.gov.tr adresinden 7e45-aa81-3d6a-aa8d-f153 kodu ile teyit edilebilir.

ÖLÇME ARAÇLARININ UYGULANMA İZİNLERİ



2 ileti dizisinden 1.

Matematiksel üstbiliş farkindalik olcegi Gelen Kutusu ×

Sıla Doğmaz [redacted]
Alıcı: [redacted]
26 Şub 2019 Sal 10:30

Sayın hocam,

Dokuz Eylül Üniversitesi Özel eğitim bölümünde doktora yapmaktayım. Tezim kapsamında araştırma yaparken Toad sitesine yüklemiş olduğunuz "matematiksel üstbiliş farkındalık" ölçeğini gördüm. İzniniz olursa bu ölçeği doktora tezimde kullanmak istiyorum.

Saygılarımla, iyi çalışmalar dilerim.

--

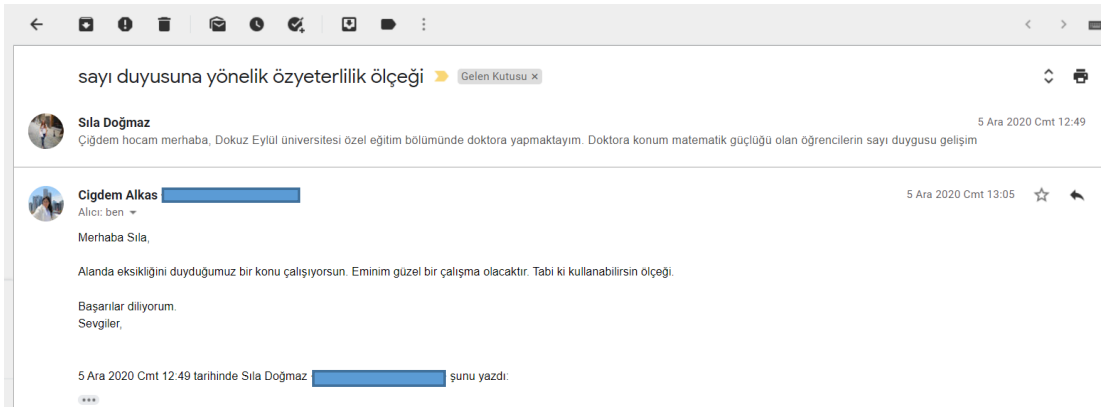
Murat Duran [redacted]
Alıcı: ben
26 Şub 2019 Sal 14:06

İyi günler Sıla Hanım,

Ölçeğimizi kullanmak isteğiniz bizi mutlu etti. Ölçeği rahatlıkla kullanabilirsiniz. Zaten ölçekle ilgili bilgiler ilgili makalede de mevcuttur. Ancak herhangi bir problem durumunda bana ulaşabilirsiniz. İyi çalışmalar dilerim.

Dr. Murat DURAN

26 Şubat 2019 Salı tarihinde Sıla Doğmaz [redacted] yazdı:



sayı duyusuna yönelik özyeterlilik ölçeği Gelen Kutusu ×

Sıla Doğmaz
Çiğdem hocam merhaba, Dokuz Eylül üniversitesi özel eğitim bölümünde doktora yapmaktayım. Doktora konum matematik güçlüğü olan öğrencilerin sayı duygusu gelişim
5 Ara 2020 Cmt 12:49

Cigdem Alkas [redacted]
Alıcı: ben
5 Ara 2020 Cmt 13:05

Merhaba Sıla,

Alanda eksikliğini duyduğumuz bir konu çalışıyorsun. Eminim güzel bir çalışma olacaktır. Tabi ki kullanabilirsin ölçeği.

Başarılar diliyorum.
Sevgiler,

5 Ara 2020 Cmt 12:49 tarihinde Sıla Doğmaz [redacted] şunu yazdı:

Kullanılan Ölçekler

Üç Aşamalı Sayı Hissi Testi

F1 (Sayıların ve işlemlerin temel anlamını anlama becerisi)

1. 9, 7, 5, 4, 1 rakamlarını yalnız bir defa kullanarak oluşturulan beş basamaklı en küçük sayının birler basamağındaki rakam kaç olur?

A) 9
B) 4
C) 1
D) 7

Neden Bölümü

A şıkkını seçtim Çünkü:	1.	Beş basamaklı en küçük sayı olabilmesi için en büyük rakamın birler basamağında olması gerekir.
	2.	14579 sayısını yazdım. Küçükten büyüğe rakamları sıraladım.
	3.	Benzer örneği sınıfta öğretmenimiz çözmüştü. Cevabı hatırladım.
	4.	Bir tahminde bulundum.

B şıkkını seçtim Çünkü:	1.	1'den sonraki en küçük rakam 4 olduğu için birler basamağında 4 olması gerekir.
	2.	Bir tahminde bulundum.

C şıkkını seçtim Çünkü:	1.	En küçük rakam 1 olduğu için seçtim.
	2.	Beş basamaklı en küçük sayıyı oluşturduğumda 1 birler basamağında yer alır.
	3.	Beş basamaklı bir sayının en soldaki basamağın adı birler basamağıdır.
	4.	Bir tahminde bulundum.

D şıkkını seçtim Çünkü:	1.	9'den sonraki en küçük rakam 7 olduğu için birler basamağında 7 olması gerekir.
	2.	Bir tahminde bulundum.

Cevabınızın doğruluğundan ne kadar eminsiniz?				
Çok eminim	**Eminim**	**Kararsızım**	**Emin değilim**	**Hiç Emin Değilim**

Not: Örnek madde olarak koyulmuştur. Testin tamamı iligili makalesinde verilecektir.

EK: Sayı Duyusuna Yönelik Özyeterlik Ölçeği

Maddeler (1= Hiçbir Zaman, 2 Ender Olarak: , 3: Bazen, 4: Çoğu Zaman, 5: Her Zaman)	1	2	3	4	5
1. Sayıların temsil ettiği miktarları anlayabilirim.					
2. Sayıların kaç birlik, kaç yüzlük, kaç binlikten oluştuğunu bilirim. Örneğin 3765 sayısında kaç tane 1000' lik olduğunu söyleyebilirim.					
3. 3-6-12-24…… gibi bir sayı örüntüsünün devamında hangi sayının geleceğini bulabilirim.					
4. 624 x 500 işlemini yapmam istendiğinde, aklıma 500 sayısını 1000/2 şeklinde yazıp, işlemi 624: 2 = 312, 312 x 1000 = 312 000 seklinde sonuçlandırmak gelir.					
5. 70:5 ile 70x0,5 işlemlerinin sonuçlarının aynı olup olmadığını işlem yapmadan açıklayabilirim.					
6. Çok basamaklı sayılarla işlem yapmak konusunda kendime güvenmem.					
7. Bana iki sayı verildiğinde bunlardan hangisinin üçüncü bir sayıya daha yakın olduğunu kolayca bulabilirim.					
8. 72x0,45 çarpımının 36 sayısından büyük mü yoksa küçük mü olduğunu çarpma işlemini yapmadan söyleyebilirim.					
9. 10, 5, 3 ve 2 sayılarının her birini kullanmak şartıyla dört işlem (çarpma, bölme, toplama veya çıkarma) yaparak 16 sayısını kolaylıkla elde edebilirim.					
10. 750:0,98 işleminin sonucunun 750 sayısından büyük mü yoksa küçük mü olduğunu işlem yapmadan söyleyebilirim.					
11. Bana verilen farklı büyüklükteki sayıları, sayı doğrusu üzerinde sıralamak konusunda kendime güvenmem.					
12. 72x0,45 çarpımının 36 dan büyük mü yoksa küçük mü olduğunu çarpma işlemini yapmadan söyleyemem.					
13. 7/8+5/6 işleminin sonucunun 2' den büyük ya da küçük olduğuna işlemi yapmadan karar verebilirim.					
14. Yol tarif ederken mesafe belirtmekte zorlanırım.					
15. Bir yüzdeliği, ondalık sayı veya kesirle ifade etmek konusunda kendimi yeterli hissetmiyorum.					
16. Bir problem çözdüğümde sonucun anlamlı olup olmadığını test edebilirim.					
17. Bir işlemi yapmak için en pratik yolu seçebilirim.					
18. Bir kavanoz içindeki bilye sayısını değişik yollar kullanarak tahmin edebilirim.					
19. Üzerinde sadece 0 ve 100 sayılarının yerleri işaretlenmiş bir sayı doğrusunda 78 sayısının yaklaşık yerini işaretleyebilirim.					

Ad-Soyad:

MATEMATİKSEL ÜSTBİLİŞ FARKINDALIK ÖLÇEĞİ

	Hiçbir zaman	Nadiren	Bazen	Sık sık	Her zaman
1. Bir doğal sayının bölüklerini, basamak değerlerini belirtirken söylediklerimin **farkındayım.**	1	2	3	4	5
2. İki basamaklı doğal sayıları zihinden çıkarırken hangi stratejiyi seçmem gerektiğini **kendime sorarım.**	1	2	3	4	5
3. İki doğal sayıyı birbiriyle çarparken yaptığım işlemin daha önce öğrendiklerimle ilgili olup olmadığını zihnimde **sorgularım.**	1	2	3	4	5
4. İki doğal sayıyı birbirine bölmek için ne yapmam gerektiğini **bilirim.**	1	2	3	4	5
5. Sayı ve şekil örüntülerinin istenen adımlarını oluşturmadan önce neyin sorulduğunu **anlamaya çalışırım.**	1	2	3	4	5
6. Üslü sayılarla ilgili problemlerin çözümünden **emin olurum.**	1	2	3	4	5
7. Matematik dersine çalıştıktan sonra iyi öğrenip öğrenmediğimi **kendime sorarım.**	1	2	3	4	5
8. Doğru, doğru parçası ve ışın ile ilgili soruları cevaplamadan önce bu kavramların hangi konuyla ilgili olduğunu **düşünürüm.**	1	2	3	4	5
9. Sadeleştirme ya da genişletme ile ilgili bir kesir problemini cevapladıktan sonra daha kolay bir çözüm yolu olup olmadığını **kendime sorarım.**	1	2	3	4	5
10. Sütun grafiği ile gösterilmiş veriyi yorumlarken ne yapmaya çalıştığımın **farkında olurum.**	1	2	3	4	5
11. sıklık tablosu ile ilgili bir veri gösterildiğinde onu nasıl özetleyeceğime **karar veririm.**	1	2	3	4	5
12. Açı çeşitlerini öğrenirken hedeflerime ulaşıp ulaşmadığımı düzenli olarak **sorgularım.**	1	2	3	4	5
13. Çokgenlerle ilgili çalışmamı bitirdikten sonra aklımda kalanlarla ilgili **özet çıkarırım.**	1	2	3	4	5
14. Kareli kâğıt üzerinde bir doğru parçasına eşit uzunluktaki doğru parçalarını nasıl çizeceğimi **bilirim.**	1	2	3	4	5
15. Kesirlerin ondalık gösterimiyle ilgili bir problemdeki başarımı doğru **tahmin ederim.**	1	2	3	4	5
16. Kesir, ondalık ve yüzde ile belirtilen çokluları karşılaştırırken kullandığım stratejilerin **farkındayım.**	1	2	3	4	5
17. kesirlerle toplama ya da çıkarma işleminde hangi özelliklerin daha önemli olduğunu **bilirim.**	1	2	3	4	5
18. Bir problemin çözümü sürecinde hangi çözüm yöntemini nerede kullanırsam daha etkili olacağını **bilirim.**	1	2	3	4	5
19. ondalık sayıları sayı doğrusu üzerinde daha kolay göstermenin yollarını **ararım.**	1	2	3	4	5
20. Uzunluk ölçme birimlerini birbirine dönüştürürken kafam karışırsa biraz ara verir sonra **tekrar çalışırım.**	1	2	3	4	5
21. Uzunluk ölçme birimlerinin günlük yaşamdaki yerini **düşünürüm.**	1	2	3	4	5
22. Çokgenlerin çevre uzunluklarını hesaplayabilmek için kendimi **motive ederim.**	1	2	3	4	5
23. Dörtgenlerin alanlarını hesaplarken önemli gördüğüm formüllerin **altını çizerim.**	1	2	3	4	5

Sosyal Geçerliliği Sağlamaya Yönelik Kullanılan Görüşme Formları

Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi Programının Sosyal Geçerliliğini Değerlendirmek Amaçlı Çocuklara Yönelik Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

1) Birlikte yaptığımız derslere katılımın konusunda ne düşünüyorsun?

2) Bilgisayar oyunları ile matematik çalışmak konusunda ne düşünüyorsun?

3)Birlikte yaptığımız derslerden öğrendiğin yeni bilgi veya stratejileri matematik derslerinde kullanıyor musun? Ya da bildiğin ve aşina olduğun yöntemleri mi kullanmaya devam ediyorsun?

4) Birlikte yaptığımız dersler günlük yaşamın sıradan rutinleri içerisinde……. olarak kendini hatırlatıyor.

5) Birlikte yaptığımız derslerde en büyük kazancım …….. olmuştur.

6) Birlikte yaptığımız derslerden sonra kendinde ne gibi değişimler gözlemledin?

7) Birlikte yaptığımız dersler matematiğe karşı bakış açını değiştirdi mi? Açıklayınız.

8) Programa devam edilecek olsaydı derslere aynı oyun ve etkinlikler mi yoksa farklı oyun ve etkinlikler ile devam etmek isterdin?

9) Birlikte yaptığımız derslerin senin gelişimin için faydalı olduğunu düşünüyor musun?

Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi Programının Sosyal Geçerliliğini Değerlendirmek Amaçlı Ebeveynlere Yönelik Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

1) Derslere katılımı yönünde çoğunuzda neler gözlemlediniz?

2) Bilgisayar oyunları ile matematik çalışılması konusundaki görüşleriniz nelerdir?

3) Dersler süresince ve sonrasında çoğunuzda ne gibi değişimler gözlemlediniz?

4) Çoğunuzun bu programdan önce matematik ile olan ilişkisini bir kelime ile açıklamanız gerekirse bu ne olurdu?

5) Çoğunuzun bu programdan sonra matematik ile olan ilişkisini bir kelime ile açıklamanız gerekirse bu ne olurdu?

6) Bu derslerin çocuğunuz için faydalı olduğunu düşünüyor musunuz?

Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi Programının Sosyal Geçerliliğini Değerlendirmek Amaçlı Öğretmenlere Yönelik Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

1) Öğrenciniz, birlikte yaptığımız derslerle ilgili yorum yapıyor mu? Bu yorumlar nelerdir?

2) Program süresince öğrencinizde ne gibi değişimler gözlemlediniz?

3) Öğrencinizin bu programa katılması sizin açınızdan bir farklılık oluşturdu mu? Açıklayınız.

4) Bilgisayar oyunları ile matematik çalışılması konusundaki görüşleriniz nelerdir?

5) Bu derslerin öğrenciniz için faydalı olduğunu düşünüyor musunuz?

6) Bu tarz bir eğitime sizde katılmak ister misiniz?

Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programında Sayı Hissi İle İlgili Kazanımlar

Kazanımlar	Öğrenme alanları	Sayı hissi bileşenleri
M.5.1.1.1. En çok dokuz basamaklı doğal sayıları okur ve yazar. M.5.1.1.2. En çok dokuz basamaklı doğal sayıların bölüklerini, basamaklarını ve rakamların basamak değerlerini belirtir.	Doğal sayılar	Sayıların ve işlemlerin temel anlamını anlama becerisi
M.5.1.2.2. İki basamaklı doğal sayılarla zihinden toplama ve çıkarma işlemlerinde strateji belirler ve kullanır. M.5.1.2.3. Doğal sayılarla toplama ve çıkarma işlemlerinin sonuçlarını tahmin eder. M.5.1.2.6. Doğal sayılarla çarpma ve bölme işlemlerinin sonuçlarını tahmin eder. M.5.1.2.7. Doğal sayılarla zihinden çarpma ve bölme işlemlerinde uygun stratejiyi belirler ve kullanır. M.5.1.2.12. Dört işlem içeren problemleri çözer.	Doğal Sayılarla İşlemler	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek
M.5.1.2.8. Bölme işlemine ilişkin problem durumlarında kalanı yorumlar.	Doğal Sayılarla İşlemler	Ölçütleri uygun şekilde kullanma
M.5.1.3.1. Birim kesirleri sayı doğrusunda gösterir ve sıralar M.5.1.3.3. Bir doğal sayı ile bir bileşik kesri karşılaştırır. M.5.1.3.4. Sadeleştirme ve genişletmenin kesrin değerini değiştirmeyeceğini anlar ve bir kesre denk olan kesirler oluşturur.	Kesirler	Sayıların büyüklüğünü tanıma

M.5.1.3.5. Payları veya paydaları eşit kesirleri sıralar.		
M.5.1.3.2. Tam sayılı kesrin, bir doğal sayı ile bir basit kesrin toplamı olduğunu anlar ve tam sayılı kesri bileşik kesre, bileşik kesri tam sayılı kesre dönüştürür. M.5.1.3.4. Sadeleştirme ve genişletmenin kesrin değerini değiştirmeyeceğini anlar ve bir kesre denk olan kesirler oluşturur. M.5.1.3.6. Bir çokluğun istenen basit kesir kadarını ve basit kesir kadarı verilen bir çokluğun tamamını birim kesirlerden yararlanarak hesaplar	Kesirler	Ölçütleri uygun şekilde kullanma
M.5.1.4.2. Paydaları eşit veya birinin paydası diğerinin paydasının katı olan kesirlerle toplama ve çıkarma işlemleri gerektiren problemleri çözer ve kurar.	Kesirlerde işlemler	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek
M.5.1.5.1. Bir bütün 10, 100 veya 1000 eş parçaya bölündüğünde, ortaya çıkan kesrin birimlerinin ondalık gösterimle ifade edilebileceğini belirler. M.5.1.5.3. Ondalık gösterimde tam kısım ve ondalık kısımdaki rakamların bulunduğu basamağın değeriyle ilişkisini anlar.	Ondalık Gösterim	Ölçütleri uygun şekilde kullanma
M.5.1.5.5. Ondalık gösterimleri verilen sayıları sayı doğrusunda gösterir ve sıralar.	Ondalık Gösterim	Sayıların büyüklüğünü tanıma

M.5.1.6.2. Bir yüzdelik ifadeyi aynı büyüklüğü temsil eden kesir ve ondalık gösterimle ilişkilendirir, bu gösterimleri birbirine dönüştürür.	Yüzdeler	Sayıların ve işlemlerin çoklu gösterimlerini kullanabilme
M.5.1.6.3. Kesir, ondalık ve yüzdelik gösterimlerle belirtilen çoklukları karşılaştırır.	Yüzdeler	Sayıların büyüklüğünü tanıma, Sayıların ve işlemlerin çoklu gösterimlerini kullanabilme
M.5.1.6.4. Bir çokluğun belirtilen bir yüzdesine karşılık gelen miktarı bulur	Yüzdeler	Sayıların büyüklüğünü tanıma
M.5.2.1.2. Bir noktanın diğer bir noktaya göre konumunu yön ve birim kullanarak ifade eder.	Temel Geometrik Kavramlar ve Çizimler	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek
M.5.2.3.2. Üçgen ve dörtgenlerin çevre uzunluklarını hesaplar, verilen bir çevre uzunluğuna sahip farklı şekiller oluşturur.	Uzunluk ve zaman ölçme	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek
M.5.2.3.3. Zaman ölçme birimlerini tanır, birbirine dönüştürür ve ilgili problemleri çözer.	Uzunluk ve zaman ölçme	Ölçütleri uygun şekilde kullanma
M.5.2.4.2. Belirlenen bir alanı santimetrekare ve metrekare birimleriyle tahmin eder. M.5.2.4.3. Verilen bir alana sahip farklı dikdörtgenler oluşturur. M.5.2.4.4. Dikdörtgenin alanını hesaplamayı gerektiren problemleri çözer.	Alan Ölçme	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek
M.5.2.5.3. Dikdörtgenler prizmasının yüzey alanını hesaplamayı gerektiren problemleri çözer.	Geometrik cisimler	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek

M.5.3.1.2. Araştırma sorularına ilişkin verileri toplar, sıklık tablosu ve sütun grafiğiyle gösterir.	Veri işleme	Sayıların ve işlemlerin çoklu gösterimlerini kullanabilme
M.5.3.1.3. Sıklık tablosu veya sütun grafiği ile gösterilmiş verileri yorumlamaya yönelik problemleri çözer.	Veri işleme	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek
M.6.1.1.3. Doğal sayılarda ortak çarpan parantezine alma ve dağılma özelliğini uygulamaya yönelik işlemler yapar.	Doğal Sayılarla İşlemler	İşlemlerin sayılar üzerindeki göreceli etkisini anlama
M.6.1.1.4. Doğal sayılarla dört işlem yapmayı gerektiren problemleri çözer ve kurar	Doğal Sayılarla İşlemler	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek
M.6.1.2.5. İki doğal sayının ortak bölenleri ile ortak katlarını belirler, ilgili problemleri çözer.	Çarpanlar ve katlar	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek
M.6.1.4.2. Tam sayıları karşılaştırır ve sıralar.	Tam sayılar	Sayıların büyüklüğünü tanıma
M.6.1.5.1. Kesirleri karşılaştırır, sıralar ve sayı doğrusunda gösterir.	Kesirlerde işlemler	Sayıların büyüklüğünü tanıma
M.6.1.5.3. Bir doğal sayı ile bir kesrin çarpma işlemini yapar ve anlamlandırır.	Kesirlerde işlemler	Ölçütleri uygun şekilde kullanma
M.6.1.5.3. Bir doğal sayı ile bir kesrin çarpma işlemini yapar ve anlamlandırır. M.6.1.5.4. İki kesrin çarpma işlemini yapar ve anlamlandırır. M.6.1.5.5. Bir doğal sayıyı bir kesre ve bir kesri bir doğal sayıya böler, bu işlemi anlamlandırır. M.6.1.5.6. İki kesrin bölme işlemini yapar ve anlamlandırır.	Kesirlerde işlemler	İşlemlerin sayılar üzerindeki göreceli etkisini anlama

M.6.1.5.7. Kesirlerle yapılan işlemlerin sonucunu tahmin eder. M.6.1.5.8. Kesirlerle işlem yapmayı gerektiren problemleri çözer.	Kesirlerde işlemler	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek
M.6.1.6.1. Bölme işlemi ile kesir kavramını ilişkilendirir.	Ondalık gösterim	Sayıların ve işlemlerin çoklu gösterimlerini kullanabilme
M.6.1.6.2. Ondalık gösterimleri verilen sayıları çözümler.	Ondalık gösterim	Sayıların ve işlemlerin temel anlamını anlama becerisi
M.6.1.6.3. Ondalık gösterimleri verilen sayıları belirli bir basamağa kadar yuvarlar	Ondalık gösterim	Sayıların büyüklüğünü tanıma
M.6.1.6.6. Ondalık gösterimleri verilen sayılarla; 10, 100 ve 1000 ile kısa yoldan çarpma ve bölme işlemlerini yapar.	Ondalık gösterim	Ölçütleri uygun şekilde kullanma
M.6.1.6.7. Sayıların ondalık gösterimleriyle yapılan işlemlerin sonucunu tahmin eder. M.6.1.6.8. Ondalık ifadelerle dört işlem yapmayı gerektiren problemleri çözer.	Ondalık gösterim	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek
M.6.1.7.1. Çoklukları karşılaştırmada oran kullanır ve oranı farklı biçimlerde gösterir.	Oran	Sayıların ve işlemlerin çoklu gösterimlerini kullanabilme
M.6.2.1.3. Basit cebirsel ifadelerin anlamını açıklar.	Cebirsel ifadeler	Sayıların ve işlemlerin temel anlamını anlama becerisi
M.6.3.2.3. Alan ölçme birimlerini tanır, m²–km², m²–cm²–mm² birimlerini birbirine dönüştürür. M.6.3.2.4. Arazi ölçme birimlerini tanır ve standart alan ölçme birimleriyle ilişkilendirir.	Alan ölçme	Ölçütleri uygun şekilde kullanma

M.6.3.2.1. Üçgenin alan bağıntısını oluşturur, ilgili problemleri çözer. M.6.3.2.2. Paralelkenarın alan bağıntısını oluşturur, ilgili problemleri çözer. M.6.3.2.5. Alan ile ilgili problemleri çözer.	Alan ölçme	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek
M.6.3.3.3. Çapı veya yarıçapı verilen bir çemberin uzunluğunu hesaplamayı gerektiren problemleri çözer	Çember	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek
M.6.3.4.1. Dikdörtgenler prizmasının içine boşluk kalmayacak biçimde yerleştirilen birim küp sayısının o cismin hacmi olduğunu anlar, verilen cismin hacmini birim küpleri sayarak hesaplar. M.6.3.4.2. Verilen bir hacim ölçüsüne sahip farklı dikdörtgenler prizmalarını birimküplerle oluşturur, hacmin taban alanı ile yüksekliğin çarpımı olduğunu gerekçesiyle açıklar. M.6.3.4.4. Dikdörtgenler prizmasının hacim bağıntısını oluşturur, ilgili problemleri çözer. M.6.3.4.5. Dikdörtgenler prizmasının hacmini tahmin eder.	Geometrik cisimler	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek
M.6.3.5.2. Sıvı ölçme birimlerini hacim ölçme birimleri ile ilişkilendirir. M.6.3.5.3. Sıvı ölçme birimleriyle ilgili problemler çözer.	Sıvı ölçme	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek

M.6.4.2.1. Bir veri grubuna ait açıklığı hesaplar ve yorumlar. M.6.4.2.2. Bir veri grubuna ait aritmetik ortalamayı hesaplar ve yorumlar.	Veri Analizi	Sayıların ve işlemlerin çoklu gösterimlerini kullanabilme
M.7.1.1.2. Toplama işleminin özelliklerini akıcı işlem yapmak için birer strateji olarak kullanır. M.7.1.1.5. Tam sayılarla işlemler yapmayı gerektiren problemleri çözer.	Tam sayılarda işlemler	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek
M.7.1.2.2. Rasyonel sayıları ondalık gösterimle ifade eder. M.7.1.2.3. Devirli olan ve olmayan ondalık gösterimleri rasyonel sayı olarak ifade eder.	Rasyonel sayılar	Sayıların ve işlemlerin çoklu gösterimlerini kullanabilme
M.7.1.2.4. Rasyonel sayıları sıralar ve karşılaştırır.	Rasyonel sayılar	Sayıların büyüklüğünü tanıma
M.7.1.3.3. Rasyonel sayılarla çok adımlı işlemleri yapar.	Rasyonel sayılarda işlemler	İşlemlerin sayılar üzerindeki göreceli etkisini anlama
M.7.1.3.5. Rasyonel sayılarla işlem yapmayı gerektiren problemleri çözer.	Rasyonel sayılarda işlemler	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek
M.7.1.4.1. Oranda çokluklardan birinin 1 olması durumunda diğerinin alacağı değeri belirler. M.7.1.4.2. Birbirine oranı verilen iki çokluktan biri verildiğinde diğerini bulur. M.7.1.4.3. Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun orantılı olup olmadığına karar verir.	Oran ve orantı	Ölçütleri uygun şekilde kullanma

M.7.1.4.4. Doğru orantılı iki çokluk arasındaki ilişkiyi ifade eder. M.7.1.4.5. Doğru orantılı iki çokluğa ait orantı sabitini belirler ve yorumlar. M.7.1.4.6. Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun ters orantılı olup olmadığına karar verir.		
M.7.1.4.7. Doğru ve ters orantıyla ilgili problemleri çözer.	Oran ve orantı	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek
M.7.1.5.1. Bir çokluğun belirtilen bir yüzdesine karşılık gelen miktarını ve belirli bir yüzdesi verilen çokluğun tamamını bulur. M.7.1.5.2. Bir çokluğu diğer bir çokluğun yüzdesi olarak hesaplar. M.7.1.5.3. Bir çokluğu belirli bir yüzde ile arttırmaya veya azaltmaya yönelik hesaplamalar yapar.	Yüzdeler	Ölçütleri uygun şekilde kullanma, Sayıların ve işlemlerin çoklu gösterimlerini kullanabilme
M.7.1.5.4. Yüzde ile ilgili problemleri çözer.	Yüzdeler	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek
M.7.2.1.3. Sayı örüntülerinin kuralını harfle ifade eder, kuralı harfle ifade edilen örüntünün istenilen terimini bulur.	Cebirsel İfadeler	Sayıların ve işlemlerin çoklu gösterimlerini kullanabilme
M.7.2.2.1. Eşitliğin korunumu ilkesini anlar. M.7.2.2.2. Birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemi tanır ve verilen gerçek hayat durumlarına	Eşitlik ve denklem	İşlemlerin sayılar üzerindeki göreceli etkisini anlama

uygun birinci dereceden bir bilinmeyenli denklem kurar.		
M.7.2.2.4. Birinci dereceden bir bilinmeyenli denklem kurmayı gerektiren problemleri çözer.	Eşitlik ve denklem	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek
M.7.3.1.2. İki paralel doğruyla bir keseninin oluşturduğu yöndeş, ters, iç ters, dış ters açıları belirleyerek özelliklerini inceler; oluşan açıların eş veya bütünler olanlarını belirler; ilgili problemleri çözer.	Doğrular ve açılar	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek
M.7.3.2.4. Eşkenar dörtgen ve yamuğun alan bağıntılarını oluşturur, ilgili problemleri çözer. M.7.3.2.5. Alan ile ilgili problemleri çözer.	Çokgenler	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek
M.7.4.1.1. Verilere ilişkin çizgi grafiği oluşturur ve yorumlar. M.7.4.1.3. Bir veri grubuna ilişkin daire grafiğini oluşturur ve yorumlar. M.7.4.1.4. Verileri sütun, daire veya çizgi grafiği ile gösterir ve bu gösterimler arasında uygun olan dönüşümleri yapar.	Veri işleme	Sayıların ve işlemlerin çoklu gösterimlerini kullanabilme
M.8.1.1.2. İki doğal sayının en büyük ortak bölenini (EBOB) ve en küçük ortak katını (EKOK) hesaplar, ilgili problemleri çözer.	Sayılar ve işlemler	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek
M.8.1.2.3. Sayıların ondalık gösterimlerini 10'un tam sayı kuvvetlerini kullanarak çözümler.	Üslü ifadeler	Sayıların ve işlemlerin çoklu gösterimlerini kullanabilme

M.8.1.2.4. Verilen bir sayıyı 10'un farklı tam sayı kuvvetlerini kullanarak ifade eder.		
M.8.1.3.1. Tam kare pozitif tam sayılarla bu sayıların karekökleri arasındaki ilişkiyi belirler.	Kareköklü ifadeler	Sayıların ve işlemlerin temel anlamını anlama becerisi
M.8.1.3.2. Tam kare olmayan kareköklü bir sayının hangi iki doğal sayı arasında olduğunu belirler.	Kareköklü ifadeler	Sayıların büyüklüğünü tanıma
M.8.2.1.3. Özdeşlikleri modellerle açıklar.	Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler	Sayıların ve işlemlerin çoklu gösterimlerini kullanabilme
M.8.2.2.2. Koordinat sistemini özellikleriyle tanır ve sıralı ikilileri gösterir. M.8.2.2.3. Aralarında doğrusal ilişki bulunan iki değişkenden birinin diğerine bağlı olarak nasıl değiştiğini tablo ve denklem ile ifade eder.	Doğrusal Denklemler	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek
M.8.2.2.4. Doğrusal denklemlerin grafiğini çizer. M.8.2.2.5. Doğrusal ilişki içeren gerçek hayat durumlarına ait denklem, tablo ve grafiği oluşturur ve yorumlar. M.8.2.2.6. Doğrunun eğimini modellerle açıklar, doğrusal denklemleri ve grafiklerini eğimle ilişkilendirir.	Doğrusal Denklemler	Sayıların ve işlemlerin çoklu gösterimlerini kullanabilme
M.8.2.3.1. Birinci dereceden bir bilinmeyenli eşitsizlik içeren günlük hayat durumlarına uygun matematik cümleleri yazar.	Eşitsizlikler	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek

M.8.2.3.2. Birinci dereceden bir bilinmeyenli eşitsizlikleri sayı doğrusunda gösterir.	Eşitsizlikler	Sayıların büyüklüğünü tanıma
M.8.3.1.1. Üçgende kenarortay, açıortay ve yüksekliği inşa eder. M.8.3.1.2. Üçgenin iki kenar uzunluğunun toplamı veya farkı ile üçüncü kenarının uzunluğunu ilişkilendirir. M.8.3.1.3. Üçgenin kenar uzunlukları ile bu kenarların karşısındaki açıların ölçülerini ilişkilendirir. M.8.3.1.5. Pisagor bağıntısını oluşturur, ilgili problemleri çözer.	Üçgenler	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek
M.8.3.2.2. Nokta, doğru parçası ve diğer şekillerin yansıma sonucu oluşan görüntüsünü oluşturur. M.8.3.2.3. Çokgenlerin öteleme ve yansımalar sonucunda ortaya çıkan görüntüsünü oluşturur.	Dönüşüm geometrisi	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek
M.8.3.4.3. Dik dairesel silindirin yüzey alanı bağıntısını oluşturur, ilgili problemleri çözer. M.8.3.4.4. Dik dairesel silindirin hacim bağıntısını oluşturur; ilgili problemleri çözer.	Geometrik cisimler	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek
M.8.4.1.1. En fazla üç veri grubuna ait çizgi ve sütun grafiklerini yorumlar. M.8.4.1.2. Verileri sütun, daire veya çizgi grafiği ile gösterir ve bu gösterimler arasında uygun olan dönüşümleri yapar.	Veri analizi	Sayıların ve işlemlerin çoklu gösterimlerini kullanabilme

M.8.5.1.2. “Daha fazla”, “eşit”, “daha az” olasılıklı olayları ayırt eder, örnek verir.	Basit olayların olma olasılığı	Sayıların büyüklüğünü tanıma
M.8.5.1.4. Olasılık değerinin 0 ile 1 arasında (0 ve 1 dâhil) olduğunu anlar.	Basit olayların olma olasılığı	Uygun şekilde farklı stratejiler geliştirmek ve bir cevabın makullüğünü değerlendirmek

