TÜBİTAK

6-11 Yaş Türk Çocukları Örnekleminde Diskalkuliye Yatkınlığı Ayırt Etmede Kullanılacak Bir Ölçme Aracı Geliştirme Çalışması

Program Kodu: 1001

Proje No: 111K545

Proje Yürütücüsü:

Prof. Dr. Sinan Olkun

Araştırmacılar:

Prof. Dr. Arif Altun

Prof. Dr. Banu Cangöz

Prof.Dr. Nimet Bülbin Sucuoğlu

Prof. Dr. Selahattin Gelbal

Danışman(lar):

Prof. Dr. Selahiddin Öğülmüş

Bursiyer(ler):

Esra Fidan

Funda (Kaçar) Salman

Galip Kaya

Merve (Kaplan) Koştur

Nazife Ayyıldız

Özlem (Sönmez) Çetiner

Sakine Göçer Şahin

Seda Kozan

Tuğçe Gençoğlu

Ülkü Özturan

Zeynep Akkurt Denizli

MART 2015

ANKARA

Önsöz

Milli Eğitim Bakanlığının 2004-2005 eğitim öğretim yılında uygulamaya koymuş olduğu ve halen kullanılmakta olan matematik dersi öğretim programında slogan olarak "*Her çocuk matematik öğrenebilir*" denilmiştir. Bir slogan olarak çok etkileyici ve cesaret verici olan bu sözün doğruluğu bu çalışma ile de desteklenmiş olduğunu buradan belirtmek bizler için ayrıca mutluluk vericidir. Ancak, bu sözün yanlış anlaşılmasından, aşırı genellenmesinden korktuğumuz için açıklama yapmak gerekliliği olduğunu da belirtmek istiyoruz. Mevcut çalışmamızla tekrar tekrar gösterilmiştir ki her çocuk özeldir. Daha önceki çalışmaların da gösterdiği gibi her çocuk farklı alanlarda farklı potansiyellere sahiptir. Bu alanlardan biri de matematiktir. O halde her çocuğun matematiği de kendi hızında, kendi tarzında öğrenebileceğini ummamız gerekmektedir.

Çocuklar aynı yaşlarda olsalar bile farklı potansiyel, bilgi, beceri ve deneyim düzeylerine sahip olabilirler.Çocuklara verilen eğitimin onlara daha yararlı olabilmesi için çocukların mevcut bilgi ve düşünme düzeyleri ile uyumlu olması gerekir. Bu yüzden, çocukların bir alanda, örneğin matematikte, nasıl bir potansiyele sahip olabileceğini ve bu potansiyeli bizim nasıl belirleyeceğimiz oldukça önemli sorunlarımızdan birisidir. Özetle, biz eğitimcilerin görevi çocuğun bir alandaki mevcut potansiyelini, güçlü ve zayıf yönlerini iyi ölçmek, iyi anlamak ve buna uygun eğitim ortamları, eğitim görevleri oluşturmaktır.

Bu çalışmada, ilkokuldaki çocukların matematik öğrenmelerini etkilediği düşünülen sayı hissinin ölçülmesi ile ilgili bir tarama aracı geliştirilmeye çalışılmıştır. Geliştirilen tarama aracı, başta okullar ve rehberlik araştırma merkezleri olmak üzere çocuk eğitimi ile ilgili Türkiye'deki tüm kurumların ve kişilerin yararlanabileceği bir tarama aracıdır.

Bu proje, **TUBİTAK** Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma Grubu tarafından sağlanan **111K545** numaralı destek ile gerçekleştirilmiştir. Bu projenin gerçekleşmesi sürecinde katkısı bulunan başta TÜBİTAK olmak üzere Milli Eğitim temsilcilerine, okul yöneticisi ve öğretmenlerine, velilere ve öğrencilere verdikleri katkılardan dolayı teşekkür ederiz. Tablet yazılımının geliştirilmesinde çok emeği olan doktora öğrencimiz Galip Kaya'ya, analizlerde yardımları olan doktora öğrencimiz Sakine Göçer Şahin başta olmak üzere Zeynep Akkurt Denizli, Merve Kaplan Koştur ve Nazife Ayyıldız'a, veri toplama sürecinde çeşitli sürelerle özveri ile çalışan değerli lisansüstü öğrencilerimiz, Esra Fidan, Funda (Kaçar) Salman, Galip Kaya, Merve (Kaplan) Koştur, Nazife Ayyıldız, Özlem (Sönmez) Çetiner, Seda Kozan, Tuğçe Gençoğlu, Ülkü Özturan, Sinem Sözen ve Zeynep Akkurt Denizli'ye teşekkür ederiz.

Sinan Olkun

Proje ekibi adına

TÜBİTAK

İçindekiler

Önsöz i
İçindekiler ii
Tablolar Listesi iv
Şekiller Listesi vi
Özet vii
Abstract viii
BÖLÜM I: GİRİŞ 1
1.1. İlgili Çalışmalar 2
1.1.1. Diskalkuli (Gelişimsel Diskalkuli) Nedir? Nasıl Tanılanır? 2
1.1.2. İnsan Bilişinde Bilginin Temel Sistemleri 5
1.1.3. İnsan Bilişinde Sayının Temel Sistemleri 6
1.1.3.1. Tam Sayılama Sistemi (TSS) 8
1.1.3.2. Yaklaşık Sayılama Sistemi (YSS) 9
1.1.4. Erişim Bozukluğu Hipotezi (EBH) 11
1.1.5. Bilimsel çalışmalarda kullanılan görevler 12
1.2. Araştırmanın Önemi ve Amacı 13
BÖLÜM II: TEST GELİŞTİRME SÜRECİ 15
2.1. Araştırma modeli 15
2.2. Ön deneme uygulaması 15
2.2.1. Amaç ve Gereklilik 15
2.2.2. Yöntem 16
2.2.2.1. Katılımcılar 16
2.2.2.2. Veri Toplama Araçları 16
2.2.2.3.Verilerin Toplanması Süreci 19
2.2.3. Bulgular, Yorumlar ve Düzeltmeler 20
2.3. Pilot uygulama 21
2.3.1. Amaç ve Gereklilik 21
2.3.2. Yöntem 21
2.3.2.1. Evren ve Çalışma Grubu 21
2.3.2.2. Veri Toplama Araçları 22
2.3.2.3. İşlem 23
2.3.3. Bulgular 23
2.3.3.1. Güvenilirlik Çalışması 24
2.3.3.2. Geçerlilik Çalışması 24

2.3.4. Yorumlar ve Düzeltmeler 41
2.4. Norm Geliştirme Uygulaması 42
2.4.1. Amaç ve Gereklilik 42
2.4.2. Yöntem 43
2.4.2.1. Evren ve Örneklem 43
2.4.2.2. Veri toplama araçları 43
2.4.2.3. İşlem 44
2.4.3. Bulgular 44
2.4.4. Yorumlar 54
2.5. Örnek Uygulama 55
2.5.1. Amaç ve Gereklilik 55
2.5.2. Yöntem 55
2.5.2.1. Katılımcılar 55
2.5.2.2. Veri toplama araçları ve süreç 55
2.5.3. Bulgular 55
BÖLÜM III: TARTIŞMA ve SONUÇ 58
Kaynaklar 62
Tübitak, Proje Özet Bilgi Formu 66

TÜBİTAK

Tablolar Listesi

Tablo 1. Ölçme aracı ana boyutlarda bulunan soru sayılarının sınıf düzeylerine göre dağılımı 20
Tablo 2. Pilot uygulamada kullanılan testler ve alt testleri.....22
Tablo 3. Testlerin güvenilirlikleri 24
Tablo 4. Birinci sınıfların aldıkları testlerden elde dilen puanlar arasındaki ilişkiler.....25
Tablo 5. İkinci sınıfların aldıkları testlerden elde edilen puanlar arasındaki ilişkiler 26
Tablo 6. Üçüncü sınıfların aldıkları testlerden elde edilen puanlar arasındaki ilişkiler 27
Tablo 7. Dördüncü sınıfların aldıkları testlerden elde edilen puanlar arasındaki ilişkiler.....27
Tablo 8. PE testinden elde edilen puanlara uygulanan t testi sonuçları 29
Tablo 9. MBT ve TSİT arasındaki ilişkiler 30
Tablo 10. 1. Sınıfların matematik başarısının yordanmasına ilişkin sonuçlar 31
Tablo 11. 2. Sınıfların matematik başarısının yordanmasına ilişkin sonuçlar 31
Tablo 12. 3. Sınıfların matematik başarısının yordanmasına ilişkin sonuçlar 32
Tablo 13. 4. Sınıfların matematik başarısının yordanmasına ilişkin sonuçlar 32
Tablo 14. MBT puanına göre yapılan gruplamaların sınıflara göre dağılımı 34
Tablo 15. 1. Sınıfların TSİT puanlarının gruplara göre kruskal wallis testi sonucu 35
Tablo 16. 2. Sınıfların TSİT puanlarının gruplara göre kruskal wallis testi sonucu 36
Tablo 17. 3. Sınıfların TSİT puanlarının gruplara göre kruskal wallis testi sonucu 37
Tablo 18. 4. Sınıfların TSİT puanlarının gruplara göre kruskal wallis testi sonucu 38
Tablo 19. 1. Sınıfların TSİT puanlarının cinsiyete göre karşılaştırması 39
Tablo 20. 2. Sınıfların TSİT puanlarının cinsiyete göre karşılaştırması 39
Tablo 21. 3. Sınıfların TSİT puanlarının cinsiyete göre karşılaştırması 40
Tablo 22. 4. Sınıfların TSİT puanlarının cinsiyete göre karşılaştırması 41
Tablo 23. Norm uygulamasında (TSİT) alt testlerinde bulunan soru sayıları 43
Tablo 24. Veride uç değer olarak belirlenen test maddeleri 44
Tablo 25. İlkokul öğrencilerinin alt testlerdeki performans ortalama ve standart sapmaları ...45
Tablo 26. 1. Sınıflara uygulanan testlerden elde edilen puanlara ait korelasyonlar 46
Tablo 27. 2. Sınıflara uygulanan testlerden elde edilen puanlara ait korelasyonlar 47
Tablo 28. 3. Sınıflara uygulanan testlerden elde edilen puanlara ait korelasyonlar 47
Tablo 29. 4. Sınıflara uygulanan testlerden elde edilen puanlara ait korelasyonlar 48
Tablo 30. Birinci sınıfların matematik başarısının yordanmasına ilişkin sonuçlar 49
Tablo 31. İkinci sınıfların matematik başarısının yordanmasına ilişkin sonuçlar.....49
Tablo 32. Üçüncü sınıfların matematik başarısının yordanmasına ilişkin sonuçlar.....50

Tablo 33. Dördüncü sınıfların matematik başarısının yordanmasına ilişkin sonuçlar 51
Tablo 34. Birinci sınıfların TTR-Bütün testinin yordanmasına ilişkin sonuçlar 51
Tablo 35. İkinci sınıfların TTR-Bütün testinin yordanmasına ilişkin sonuçlar.....52
Tablo 36. Üçüncü sınıfların TTR-Bütün testinin yordanmasına ilişkin sonuçlar.....53
Tablo 37. Dördüncü sınıfların TTR-Bütün testinin yordanmasına ilişkin sonuçlar.....53

Şekiller Listesi

Şekil 1. İnsan Bilişinin Sistemleri 5
Şekil 2. Sayının çekirdek sistemleri ve ilgili görevler 7
Şekil 3. Beş günlük bebeklere gösterilen kartlar 9
Şekil 4. Zihinsel sayı doğrusu, sayının yeri tahmini.....10
Şekil 5. CDC ve RDC görev örnekleri 17
Şekil 6. SNC görevinden ekran görüntüsü (uyumsuz görev).....18
Şekil 7. Algısal tahmin (PE) görevinden ekran görüntüsü 18
Şekil 8. Zihinsel sayı doğrusu (MNL) görev örneği.....19
Şekil 9. Birinci sınıfların alt ve üst grupların CDC, RDC ve SNC testlerini yanıtlama sürelerine ait IES puanları.....33
Şekil 10. İkinci sınıfların alt ve üst grupların CDC, RDC ve SNC testlerini yanıtlama sürelerine ait IES puanları.....33
Şekil 11. Üçüncü sınıfların alt ve üst grupların CDC, RDC ve SNC testlerini yanıtlama sürelerine ait IES puanları 33
Şekil 12. Dördüncü sınıfların alt ve üst grupların CDC, RDC ve SNC testlerini yanıtlama sürelerine ait IES puanları 33
Şekil 13. CDC, SNC ve MNL test başarılarındaki değişim 45
Şekil 14. Öğrencilerin örnek uygulama verilerinin görsel sunumu (TTR ve MBT).....56
Şekil 15. Öğrencilerin örnek uygulama verilerinin görsel sunumu (CDC ve SNC).....56
Şekil 16. Öğrencilerin örnek uygulama verilerinin görsel sunumu (MNL1, MNL3 ve MNL4)..57

Özet

Sayma ve hesaplama becerileri insanların günlük hayatta sıklıkla gereksinim duyduğu becerilerdendir. Bu beceriler ayrıca daha ileri matematik öğrenmek için de temel oluşturmaktadır. Matematiksel yeteneğin önemli bir bölümü potansiyel olarak doğuştan, genetik aktarımla gelse bile gelişebilmesi için sistemli bir eğitime gereksinim vardır. Eğitimsel anlamda hesaplama güçlüğü çeken öğrencileri mümkün olduğunca erken yaşlarda tespit etmek uygun müdahale stratejileri geliştirebilmek açısından önemlidir.

Bu çalışmanın amacı, 6-11 yaş arası Türk çocuklarında matematik öğrenme güçlüğü yaşama riski bulunan ilkokul öğrencilerini belirleyecek, tablet bilgisayar ortamında çalışacak bir tarama aracı geliştirmektir. Özellikle madde bazında zamana dayalı testlerde yanıtlama süresinin hassas bir şekilde kayıt edilebilmesi açısından tablet ortamı kullanışlıdır.

Bu amaçla ön deneme, pilotlama, norm uygulaması ve örnek uygulama olmak üzere dört aşamadan oluşan ölçme aracı geliştirme süreci uygulanmıştır. Araştırma, Ankara iline bağlı 4 merkez ilçenin her birinden seçilen 3 okul olmak üzere toplam 12 okulda gerçekleştirilmiştir. Ön denemede asıl örneklemin seçildiği okullardan ve farklı öğrenciler olacak şekilde 31'i 2. Sınıf ve 28'i 4. Sınıf olmak üzere toplam 59 öğrenci ile yapılmıştır. Pilot uygulama, her okuldan eşit sayıda öğrenci olmak üzere toplam 490 öğrenci ile, norm uygulaması ise yine aynı okullardan farklı öğrenciler olacak şekilde seçilen 478 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Örnek uygulamada ise 2, 3 ve 4. Sınıftan biri düşük başarılı diğeri normal öğrenen olan 2 kişi olmak üzere toplam 6 öğrenci üzerinde yapılmıştır. Testlerde bulunan maddeler yaklaşık sayı sistemi, tam sayı sistemi ve sembole erişim bozukluğu hipotezlerine uygun olarak seçilen görevlerden oluşturulmuştur.

Bulgular; geliştirilmekte olan testlerin ilkokul öğrencilerinin temel sayı işleme performanslarını geçerli ve güvenilir bir şekilde ölçtüğünü ve bu performansın hem hesaplama performansının hem de okul matematik başarısının önemli bir bölümünü yordadığını ortaya koymuştur. Temel sayı işleme mekanizmalarında eksiklikler olan öğrencilerin düşük matematik başarısı yaşama risklerinin yüksek olduğu söylenebilir.

Anahtar Sözcükler: Diskalkuli, matematik güçlüğü, sayı hissi, yaklaşık sayı sistemi, tam sayı sistemi, sembole erişim hipotezi

Abstract

Counting and calculation skills are among the skills that people often needed in daily life. These skills also form the basis for learning more advanced mathematics. Although a significant portion of mathematical ability is innate with genetic transference, there is a need to develop a systematic training programs for improving this potential. Identifying those students who experience computational difficulty as early as possible at an early age is important to develop appropriate intervention strategies.

The aim of this study was to design and develop a screening tool to run on tablet computers in order to determine 6 to 11 years old Turkish primary school students at risk of learning difficulties in mathematics.

For this purpose, a four-step measuring tool development process, including preliminary testing, piloting, implementation of standards and best practices, were applied. Research, was carried out in 12 schools in four districts in Ankara province. From each district, three schools were selected. Preliminary tests were carried out with samples drawn from the same schools but with different students, as to be 31 students from 2nd grade, and 28 were from the 4^{th} grade. Piloting was carried out with a total of 490 students. Norm study, on the other hand, was again conducted with 478 students from the same schools. The sample case study was carried out with one high achiever and one low achiever student from each 2^{nd}, 3^{rd}, and 4^{th} grades with a total of six students. The tests were designed based on approximate number system, exact number system, and access deficit hypotheses.

Results indicated that the tests reliably and validly measured the basic number processing performance and predicted the significant portion of both the calculation performance and school mathematics achievement. It can be concluded that it was probable that those students with deficits in basic number processing mechanisms tended to end up with low mathematics achievement.

Key Words: Dyscalculia, mathematics difficulty, number sense, approximate number system, exact number system, access deficit hypothesis

BÖLÜM I: GİRİŞ

Matematik becerileri günlük yaşamın yanı sıra birçok mesleki, akademik ve bilimsel alanlarda da gereklidir. Ancak, birçok çocuk okullarda matematik öğrenmede önemli zorluklar çekmektedir. Matematik kimi bireyler için oldukça zevkli ve kolay öğrenilebilir bir ders iken kimi öğrenciler için zevksiz ve oldukça zor, anlaşılamaz bir derstir. İkinci grup öğrenciler için matematik dersi bir korku veya endişe kaynağıdır. Bazı araştırmacılar, okul çağındaki çocukların yaklaşık % 5'inde matematik öğrenme güçlüğü veya diskalkuli olduğunu belirtmektedir (Mussolin, Mejias ve Noel, 2010; Shalev ve Gross - Tsur, 2001; Shalev ve von Aster, 2008). Diğer bazı araştırmacılar ise, bu değerlerin diskalkuliyi belirlemek için kullanılan ölçme kriterlerine bağlı olarak % 6 ile % 14 arasında değişebildiğine dikkat çekmektedirler (Barbaresi, Katusic, Colligan, Weaver ve Jacobsen, 2005).

Bireyin ilk matematik deneyimleri neredeyse doğumla başlamaktadır. Ancak bebekler ve çocuklar üzerinde yapılan kimi araştırmalar her bireyin matematik öğrenme potansiyelinin farklı olabileceğini ortaya koymaktadır. Normal dağılıma sahip bir nüfusta yaklaşık alt %10 u oluşturan grup hesaplama güçlüğü yaşarken, alt %35 te yer alan grup düşük başarı yaşamaktadır. Bu öğrencilerin neden böyle bir zorluk yaşadıkları ise araştırmacılar için önemli bir araştırma konusudur. Matematik güçlüğü büyük olasılıkla genetik olarak aktarılan, gelişimsel olarak ortaya çıkan, beyin temelli bir öğrenme güçlüğüdür (Shalev ve Gross - Tsur, 2001). Geleneksel olarak bir bireye, normal veya normal üstü zeka düzeyinde olmasına rağmen matematik başarısı açısından akranlarından 2 yıl ya da 1-2 standart sapma geride kaldığında matematik öğrenme güçlüğü tanısı konulur. Bu yaklaşım, tanı konulduğunda birey için yapılacaklar için geç kalındığından eleştiri almaktadır.

Çağdaş yaklaşımlar matematik güçlüğünün hem çekirdek becerileri hem de erken yaşlarda tanılanması üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu alanda yapılmış güncel araştırmalar insanın matematik öğrenebilmesini sağlayan bir sayı modülünün varlığını ortaya koymaktadır (Butterworth, 2003). Sayı hissi de denilen bu modül sayıyı tam ve yaklaşık olmak üzere iki şekilde işlemektedir. Bu modüldeki, büyük olasılıkla biyolojik ya da nöropsikolojik bir sorunun matematik öğrenme güçlüklerine neden olduğu düşünülmektedir. Ancak bu yaklaşım ile yapılmış ölçme araçları henüz çok yeni olup resmi olarak kullanımları yaygınlaşmamıştır. Matematik öğrenme güçlükleri olan bireylere yeni yaklaşımlara uygun eğitsel müdahaleler de henüz gelişme aşamasındadır.

1.1. İlgili Çalışmalar

Bu bölümde, gelişimsel diskalkuli, sebepleri, farklı tanı yaklaşım ve yöntemleri, insan bilişinde tam ve yaklaşık sayılama sistemleri ve erişim bozukluğu hipotezi konularına literatürdeki yönleri ile yaklaşılacaktır.

1.1.1. Diskalkuli (Gelişimsel Diskalkuli) Nedir? Nasıl Tanılanır?

Matematik öğrenme güçlükleri (MÖG) alanyazında hesaplama güçlüğü, matematik öğrenme yetersizliği, matematik bozukluğu, sayı gerçekleri bozukluğu, aritmetik bozukluk, diskalkuli gibi farklı adlarla anılabilmektedir. Diskalkuli, kişinin sayı ile ilgili kavram ve işlemleri öğrenmesini olumsuz yönde etkileyen özel bir öğrenme bozukluğu olarak tanımlanmaktadır (Shalev ve von Aster, 2008). Kimi araştırmacılar (Butterworth, 2003) sayısal işlemlerde zorluk yaşanması durumunu renk körlüğüne benzetmektedirler. Renk körleri nasıl bazı renkleri algılayamaz ya da ayırt edemezler ise sayı körlüğü (number blindness) olan kişiler de sayısal süreçleri algılamakta sorun yaşarlar. Diğer bir deyişle bu kişilerin sayısal süreçleri algılayan mekanizmalarının olmadığına ya da bozuk olduğuna inanılmaktadır.

Diskalkulinin arkasında yatan kesin sebep bilinmemekle birlikte ortaya çıktığı bazı durumlar belirlenmiştir. Örneğin her 100 disleksili çocuktan en az 50'sinde diskalkuli de bulunmaktadır. Bu durumun tersi de doğrudur. Yani her 100 diskalkulik çocuktan 50'sinde disleksi, dikkat dağınıklığı, hiperaktivite bozukluğu bulunduğu tespit edilmiştir. Eş zamanlı bulunan öğrenme güçlükleri birlikte bulundukları güçlüğün şiddetini artırmaktadır. Butterworth (2005), gelişimsel diskalkulinin beyin temelli bir engel olduğunu göz önüne alarak aileden geçmiş olabileceğini ve genetik kökenli olduğunu belirtmiştir.

Sebepleri kesin olarak bilinmese de, gelişimsel diskalkulisi olan öğrencilerin belli başlı ortak özellikleri vardır. Kendi yaş grupları ile karşılaştırıldığında, diskalkulik öğrenciler sayıları, sayı sözcüklerini, hesaplamaları ve sayı ile ilgili diğer kavramları kazanmada daha fazla zorlanmaktadırlar. Bazı öğrencilerin, normal zekâya ve diğer alanlarda normal akademik başarıya sahip oldukları halde, aritmetik alanında başarılı olamamaları da diskalkulinin özel bir öğrenme zorluğu olduğunu göstermektedir. Bu öğrenciler çarpım tablosunu öğrenmekte ve hatırlamakta zorlanırlar. Akranlarına göre daha ilkel aritmetik stratejiler kullanırlar. Normal zekaya sahip olmalarına ve diğer derslerde de normal başarı göstermelerine rağmen matematik başarısı açısından akranlarından en az 2 yıl geride kalırlar. Bu nedenle, son araştırmalar, semantik ve çalışma belleği gibi genel bilişsel işlevler yerine temel sayı yetkinlikleri üzerine odaklanmıştır.

Gelişimsel diskalkulinin belirlenmesinde çok çeşitli yaklaşımlar vardır. Yaklaşım ve araçlardaki bu çeşitlilik ortak bir çerçeveye ulaşmakta zorluk oluşturmaktadır. Öncelikle, geleneksel yaklaşımların kullanıldığı yöntemler vardır. Bu yaklaşımların bir kısmının göreceli olduğu diğerlerinin ise dikkat ve araştırma gerektirdiği göz önüne alınırsa geleneksel diskalkuli belirlenmesinde daha kesin ve objektif sonuçlar verecek yeni yaklaşımlara ihtiyaç duyulduğu söylenebilir. Yeni yaklaşımlar, insanın temel bilişsel sistemleri ya da beynin temel kapasiteleri üzerine yoğunlaşmaktadır. Örneğin; sayı hissi konusunda çekirdek bir yetersizlik ya da sayı hissi algısı ile onun sembolik temsili arasındaki bağlantılarda sorunlar olduğuna inanan yaklaşımlar vardır. Bunun yanında, genel bilişsel kapasitelerde yetersizlik olduğuna ilişkin yaklaşımlar ile beynin sayı ve sayı ile ilgili bilgileri işleyen modüllerinde yetersizlikler olduğuna ilişkin yaklaşımlar mevcuttur.

Matematik öğrenme güçlüklerinin tanılanmasında temelde 2 farklı model kullanılmaktadır. Bunlardan ilki Tutarsızlık Modeli (IQ-Discrepancy Model, DM) diğeri ise Öğretime Yanıt Verme (Response To Instruction, RTI) modelidir. Tutarsızlık modeli geleneksel model olup halen birçok ülkede (ABD, İngiltere) resmi olarak da geçerli bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Temelinde yüksek kaliteli öğretim ve genel eğitim sınıflarındaki tüm öğrencilerin taranması olan RTI modeli ise öğrencilerin öğrenme ve davranışlara ilişkin gereksinimlerini erken belirleyerek desteklemek olarak tanımlanmaktadır ve görece daha güncel bir modeldir. Ancak, resmi olarak kullanımı henüz yaygınlaşmamıştır. Türkiye'de ise öğrenme güçlükleri genel olarak örneğin WISC-R gibi zekâ testlerine dayalı olarak belirlenmeye çalışılmaktadır. Tanılamaya yardımcı olan standart başarı testleri ise bulunmamaktadır.

İlk model kapsamında sayılabilecek 3 farklı uygulamadan bahsedilebilir. Bunlardan zekâ-başarı tutarsızlığı modelinde (IQ-achievement discrepancy) bireyin genel zekâ seviyesi ile uyumlu olmayan (yaşa uygun normun 1-2 Standart Sapma altı) bir aritmetik başarısı göstermesi diskalkuli teşhisi konulması için yeterli sayılmaktadır (Shalev ve von Aster, 2008). Ancak gelişimsel diskalkulinin zekâ testlerine dayalı tanılanmasına itirazlar da bulunmaktadır. Bu itirazlar daha çok zekâ testi sonuçlarının sosyoekonomik düzeylerden etkilenmesini, zekâsı düşük olanların da benzer nedenle öğrenme güçlükleri yaşayabileceklerini ve zekânın önemli bir bölümünün sayısal becerilerden arındırılamayacağı iddialarına dayandırılmaktadır (Barbaresi, vd., 2005; Lyon, 2003). Ayrıca, bu yöntemin kullanılması tanılamada oldukça geç kalınmasına da neden olmaktadır (Randell, 2010). Oysa erken müdahale bazen sorunun büyümeden önlenmesini sağlayabilir.

Tutarsızlık modeli içinde sayılabilecek ikinci yaklaşımda (low achievement) kişinin standart matematik başarı testleri ile ölçülen matematik başarısı açısından yaşıtlarının veya

bulunduğu sınıf düzeyinin en az 2 yıl gerisinde kalması temel alınmaktadır. Bir diğer yaklaşımda ise kişinin yaşına uygun standart aritmetik başarı testlerinde en alt %5-10'un içinde bulunma ölçütü dikkate alınmaktadır (Shalev ve von Aster, 2008). Bu yöntemleri temel alan tanılamaya yapılan eleştirinin kaynağını ise standart başarı testlerinin sınırlı becerileri ölçmesi nedeniyle matematik yeteneğini doğru olarak yordamayabileceği iddiasıdır (Butterworth, 2003). Benzer şekilde bu yaklaşımla tanılama da yine geç kalmış bir tanılama olmaktadır. Zira tanı için kişinin yaşıtlarından en az 2 yıl geride kalması beklenmektedir.

Diğer yandan matematik başarı testlerinden elde edilen ortalama değerler yanıltıcı olabilmektedir. Çünkü bir çocuk matematiğin bir veya birkaç alanından oldukça düşük puan almasına rağmen diğer alanlarından elde ettiği yüksek puanlarla ortalama bir puan elde etmiş olabilir. Bu yüzden matematiğin alt alanlarına duyarlı testlerin kullanılması daha ayrıntılı bir resim ortaya koyabilir (Gersten, Jordan ve Flojo, 2005).

Her üç yaklaşımın da en önemli eksikliği, bu yaklaşımların bireyin matematik öğrenme konusunda bir güçlüğü olduğunu belirleyebilmesi; ancak bu eksikliklerin özünde ne olduğu ve dolayısıyla nasıl iyileştirilebileceği konusunda hemen hemen hiçbir bilgi verememeleridir. Bir başka deyişle, teşhis konulan bireyin hangi bilişsel becerilerinde eksiklikler olduğunun anlaşılamaması ve dolayısıyla eğitsel açıdan ne yapılabilir konusunda herhangi bir öneri sunamamalarıdır.

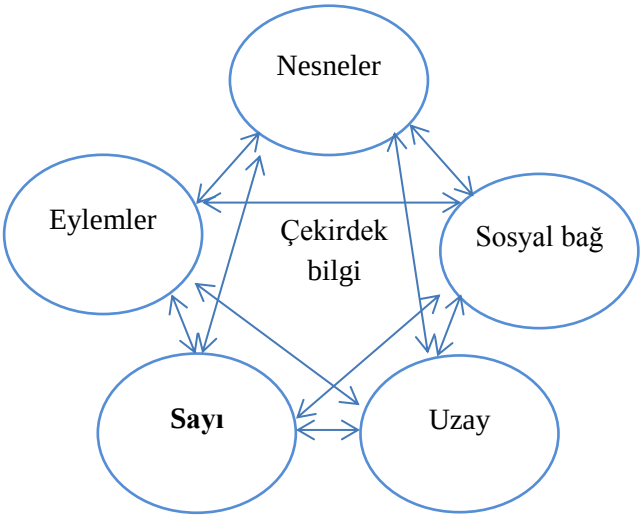
Öğretime yanıt verme modelinde ise çocuğun matematiksel kavram ve işlemleri akranları hızında öğrenip öğrenemediğine bakılmaktadır (Randell, 2010). Belli bir süre verilen eğitimden çocuğun ilerleme kaydedip etmediği gözlenir. Bu modelde güçlüğün daha erken teşhis edilmesi ve müdahale yoluyla giderilmesi ya da en azından hafifletilmesi mümkün olabilmektedir. Nitekim matematik öğrenme güçlüklerini belirlemeye dönük olarak son yıllarda yapılan çalışmaların (Butterworth, 2003; Geary, 2007; von Aster ve Shalev, 2007), güçlüğün kaynağı olarak doğrudan sayma ve hesaplama yapmada kullanıldığı düşünülen çekirdek beceriler üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir.

Benzer şekilde Shalev ve von Aster (2008) aritmetik yeteneği ölçme iddiasında olan bir testin sadece öğretim programı kazanımlarına odaklanmak yerine sayı işleme ve hesaplamanın ilgili temel bileşenlerini yoklayabilmek için güncel nöro-gelişimsel araştırma ve kuramları bir arada ele alarak geliştirilmesi gerektiğini savunmaktadırlar. Aynı araştırmacılar, böyle bir testin sayı gerçekleri ve işlemsel bilgilerin yanı sıra şipşak sayılama (4'ten küçük ve görsel olarak sunulan bir "çokluğun" sayısını bir bakışta hızlıca belirleme yeteneği), daha büyük çoklukların sayısının tahmin edilmesi, sayı büyüklüklerinin çokluk ve sembolik olarak karşılaştırılması, sayma ve farklı temsil biçimlerinin kullanılması (örneğin 7 ve yedi) ve sayıların bir zihinsel sayı doğrusunda uzamsal olarak yerleştirilmesi gibi temel sayı işleme

mekanizmalarına erişebilmesi gerektiğinin altını önemle çizmişlerdir (Shalev ve von Aster, 2008). Böyle tek bir testin olmaması durumunda ise farklı testler yoluyla belirtilen bu bilgi ve temel becerilerin ölçülmesinin önemini vurgulamışlardır. Bu da insan bilişinde bilginin temel sistemlerinin incelenmesini gerektirmektedir.

1.1.2. İnsan Bilişinde Bilginin Temel Sistemleri

Sayısal kapasitenin göstergelerine ulaşmak için, insan bilişinin çekirdek sistemlerini incelemek gerekmektedir. İnsan bilişi her türlü bilgiyi işleyebilecek bir dizi küçük ve ayrılabilir birimlerle donatılmıştır (Spelke ve Kinzler, 2007). İnsan bilişinin temel sistemleri kuramına göre bu birimler; nesneler, eylemler, sayılar, uzay ve olası sosyal eş birimleridir (Şekil 1).



Şekil 1. İnsan Bilişinin Sistemleri

İnsanların bu sistemlere doğuştan sahip olduğu kabul edilmektedir. Bu temel yapıların, farklı bilgi türleri üzerinde ve farklı temsillerle birbirleri arasındaki etkileşimlerinde yeni, esnek beceriler ve inanç sistemlerini oluşturdukları düşünülmektedir (Olkun, Altun, Cangöz, Gelbal ve Sucuoğlu, 2012). Örneğin, eylemlerin hem uzamsal hem de sayısal nitelikleri olabilir. Benzer şekilde, nesneler de mekânsal ve sayısal niteliklere sahip olabilir. İnsan bilişindeki temel sistemler bu çalışma kapsamının dışında olduğundan bu konuda daha fazla bilgi için Spelke ve Kinzler'in (2007) çalışmasına bakılabilir. Bu çalışmanın konusu daha çok sayıların, sayı kümelerinin ve ilgili hesaplamaların yapıldığı yapıyı kapsayan sayı alt sistemidir. Bu sistemdeki sayı bileşeni, yani çekirdek sayı sistemi, yaklaşık sayı sistemi ve kesin sayı sistemi olmak üzere iki alt sistemden oluşur. Bir sonraki bölümde, sayıları, sayı kavramlarını ve hesaplamaları oluşturan bu iki sistemin kapasitesi, işleyişi ve hangi yollarla ölçüldükleri üzerinde durulacaktır.

1.1.3. İnsan Bilişinde Sayının Temel Sistemleri

Spelke ve Kinzler'e (2007) göre insan beyninin bilgiyi temsil etmekte kullandığı 5 temel sistemden biri sayı sistemidir. Bu sistemde meydana gelecek bozukluklar matematik öğrenmeyi olumsuz etkileyebilecektir. Nitekim, genetik, nörobiyolojik ve epidemiyolojik bulgular, diskalkulinin diğer öğrenme zorlukları gibi, beyin temelli bir bozukluk olduğuna işaret etmektedir (Shalev, 2004). Butterworth ve Laurillard'a (2010) göre, son çalışmalarla, sayı modülünde, çok temel ve alana özgü çekirdekteki bozukluğun aritmetik öğrenmedeki kapasiteyi ciddi şekilde azaltmakta olduğu açıkça görülmektedir.

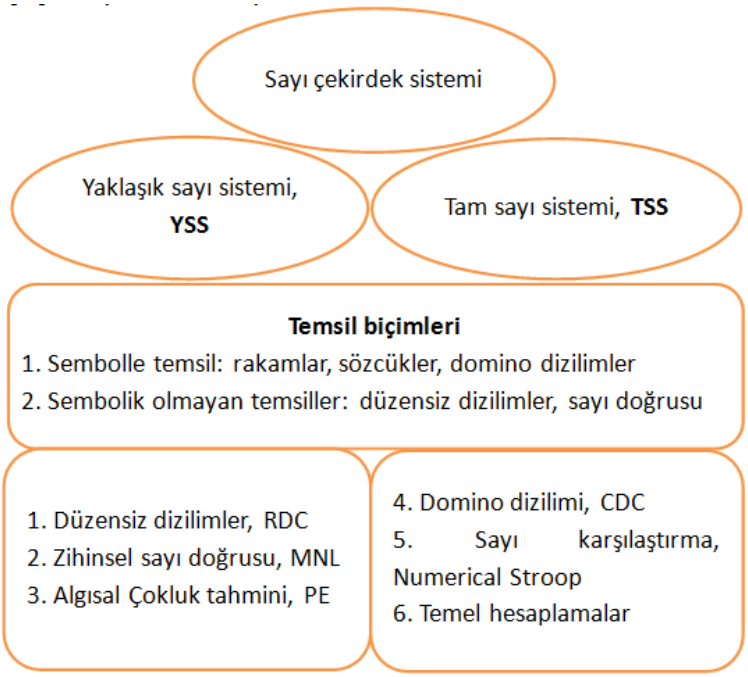
Bebekler ve yetişkinler ile yapılan araştırmalara dayanarak, Feigenson, Dehaene ve Spelke (2004a), insan bilişinin sayının temsili için ayrı bir çekirdek sistemine sahip olduğunu önermektedirler. İnsandaki sayı hissine ev sahipliği yapan bu sistemde sayının iki farklı yönünün kodlandığı ve kullanıldığı düşünülmektedir (Feigenson, Dehaene ve Spelke, 2004a). Sayı çekirdek sistemini oluşturan iki alt bileşen kesin (tam) sayılama sistemi (Small or Exact Number System, ENS) ve yaklaşık sayılama (Approximate Number System, ANS) sistemleridir (Feigenson, Dehaene, ve Spelke, 2004). Yaklaşık sayı sistemi sayısal büyüklükleri yaklaşık olarak temsil ederken, kesin sayı sistemi (küçük) sayıları tam olarak temsil eder (Izard, Pica, Spelke, ve Dehaene, 2008). Bu iki alt sistemin birbirinden bağımsız işlediği söylenebilir (Feigenson, vd., 2004). Yaklaşık sayı sistemi kavramsal ve/veya algısal tahmine dayanırken kesin sayı sistemi şipşak görme, sayma ve hesaplama gibi zihinsel faaliyetlerle ilgilidir.

Bazı araştırmacılar (Klahr ve Wallace, 1976; Strauss ve Curtis, 1981) sayının iki boyutunun olduğunu, sayma ve tahminin dört ve altındaki sayı miktarlarındaki küçük sayı setlerini hızlı algılamayı ifade eden şipşak saymaya bağlı olduğunu iddia etmektedir. Her ne kadar açık bir şekilde ifade edilmese de, bu varsayım ile sayı işlemede yalnızca tek bir sistemin sorumlu olduğu ima edilmektedir. Son araştırmalar da (McCrink ve Wynn, 2004; Xue ve Spelke, 2000) bu sistemin en az iki alt sistemden oluştuğunu ve bunların da muhtemelen kavramsal düzeyde sayının iki farklı yönünü temsil ettiğini göstermektedir.

Sayıların zihinsel temsilleri soyut gibi görünse de (Butterworth, 2010), bir sayıyı sesler, nesneler, resimler ve semboller gibi farklı nesnelerle fiziksel olarak temsil etmek mümkündür. Bu temsil biçimleri sayısal çokluğun fark edilmesinde de etkilidir. Temel olarak, bu yöntemler sembolik ve analog (ya da sembolik olmayan) olmak üzere iki ana gruba ayrılabilir. Örneğin dört sayısı sembolik olarak "4" veya sembolik olmayan bir şekilde "●●●●" olarak temsil edilebilir. Sayının yazılı şekli (dört), rakamlar (4) ve nokta örüntüleriyle kanonik temsil,

sembolik temsiller olarak adlandırılabilirler (Mussolin, Meijas, ve Noel, 2010). Rasgele dizilmiş nokta kümeleri ve sayı doğrusu ise sayının analog temsilleridir. Sayıların çekirdek sistemleri ve bu sistemlerin işlevlerini ölçmek için kullanılan görevler Şekil 2'de özetlenmiştir.

Sayı sisteminin alt bileşenlerinden biri olan yaklaşık sayı sistemi (YSS), genellikle büyük sayıların (>4) tahmini için kullanılırken, tam sayı sistemi (TSS) olarak adlandırılan diğeri ise küçük sayılarda (≤4) temsillemeyi ifade eden sistemdir (Feigenson, Dehaene ve Spelke , 2004b). Ayrıca, bu iki sistemin birbirinden bağımsız çalıştığı da çalışmalarda gösterilmiştir (Feigenson vd., 2004a). Bazı araştırmacılar, diskalkulinin temel sorununun YSS'deki temel eksiklikten kaynaklandığını düşünmekte (Mazzocco, Feigenson ve Halberda, 2011); bazıları ise temel eksikliğin şipşak saymadan veya tam sayı sistemindeki eksiklikten kaynaklandığını savunmaktadırlar (Landerl, Bevan ve Butterworth, 2004; Moeller, Neuburger, Kaufmann, Landerl ve Nuerk, 2009).



Şekil 2. Sayının çekirdek sistemleri ve ilgili görevler

İnsanlarda, YSS (Lipton ve Spelke, 2003) ve TSS'nin doğdukları günden itibaren bulunduğuna ilişkin bulgular bu sistemlerin, sayı kavramını ve hesaplamayı öğrenme kapasitesi şeklinde genetik olarak geldiğini düşündürmektedir. Feigenson vd. (2004), çocukların ve yetişkinlerin sayma ve hesaplama yapmak için ilk çekirdek sistem ile sembolik sayı sistemini birleştirdiğini belirtmiştir. Ancak günümüzde, ikinci sayı sisteminin sembolik sayı görevleri ile birleştirilmesi durumu iyi bir şekilde keşfedilememiştir. Diğer taraftan, Landerl, Bevan ve Butterworth (2004) çocukların en temel sayısal kapasiteleri olan nokta

sayma ve sembolik ve sembolik olmayan sayı karşılaştırma kapasitelerinde eksiklikler bulmuşlardır. Araştırmacılar buna ek olarak, şipşak görme becerisinde farklılıklara eğilim olduğunu gözlemlemişlerdir. Temel sayısal kavramları anlamadaki, özellikle sayısal çokluk düşüncesindeki başarısızlığı açıklarken genetik eğilimin en uygun aday gibi göründüğünü belirtmişlerdir. Örneğin, bazı araştırmacılar benzer görevler verildiğinde düşük başarılı ve normal başarılı gruplar arasında bu bakımdan istatistiksel olarak farklılık bulamadıklarını belirtmişlerdir (Iuculano, Tang, Hall ve Butterworth, 2008).

Lipton ve Spelke (2003) tarafından yürütülen bir dizi araştırma, bebeklerin yalnızca görsel nicelikleri değil aynı zamanda hem görsel hem de işitsel sunum türünde sunulan daha büyük nicelikleri de ayırt edebildiğini göstermektedir. Bu görevlerde doğruluk ise, Weber oranı olarak adlandırılan ve karşılaştırılan iki sayı arasındaki orana bağlıdır. Bu iki sayı sistemini araştıran çalışmalardan elde edilen bulgular her iki sistemin birbirinden bağımsız olarak işlediğini düşündürmektedir. Örneğin, Lemer, Dehaene, Spelke ve Cohen (2003), YSS'nde bozukluğu olan bireylerin çarpmadan ziyade çıkarmada daha çok zorluk yaşadıklarını, tahminde ciddi yavaşlık ve ilişkili şipşak sayma ve sayısal karşılaştırma görevlerinde (hem sembolik hem de nokta dizilerinde) ilişkili bozuklukları olduğunu göstermişlerdir. Diğer taraftan, sözel bozukluklar (sözel ya da TSS'nde bozukluklar) çıkarmadan çok çarpma işleminde zorluğa neden olmaktadır ve bu da sembolik olmayan sayma işleminde işlemenin korunduğunu göstermektedir.

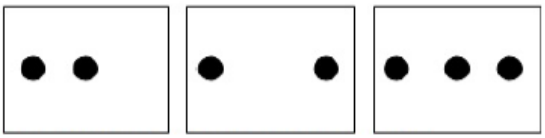
Özetle; diskalkulinin nedenlerine ilişkin güncel hipotezler diskalkulik öğrencilerin öğrenmekte çok ciddi zorluk yaşadığı ya da hiç öğrenemediği temel matematiksel bilgilerin doğasından hareket etmektedir. Bir başka ifadeyle, sayının yaklaşık ve tam olmak üzere iki farklı değerinden bahsedebiliriz. Bu nedenle, sayıların zihinsel ya da iç temsilleri tam veya yaklaşık olabilir. Bu sistemlerden bir ya da her ikisinde birden bir bozukluk olması durumunda öğrenci sayılar hakkında öğrenme güçlüğü yaşayabilir. Öte yandan, harici gösterimlerde sayılar analog veya sembolik olarak temsil edilebilir. Bu temsilleri bir birine dönüştürmekte sorun yaşayan bir öğrenci çokluk ve sembollere sayısal anlam yüklemede zorluk yaşayabilir. Şimdi bu sistem ve hipotezleri ayrı ayrı inceleyelim.

1.1.3.1. Tam Sayılama Sistemi (TSS)

Bir grup nesnenin sayısı ya yaklaşık olarak ya da tam olarak olmak üzere iki şekilde belirlenebilir. Eğer grup eleman sayısı 4 ve 4'ten az ise grup sayısı belirlenirken şipşak sayılama (Olkun, 2011) denilen hızlıca bir bakışta grubun sayısını belirleme yöntemi kullanılmaktadır. Bu sistemin biyolojik olarak insan ve bazı hayvan türlerinde doğuştan var olduğu çeşitli deneylerle kanıtlanmıştır. Henüz 5 günlük bebekler üzerinde yapılan bir

deneyde (Antell ve Keating, 1983) bebeklerin kendilerine gösterilen ve üzerlerinde 1, 2 ve 3 siyah nokta bulunan kartları ayırt edebildikleri bulunmuştur (Şekil 3). Bu deneylerden yola çıkarak çocukların sözel öncesi dönemde dahi belli sınırlılıklarla da olsa küçük çoklukları yönetme mekanizmalarına sahip oldukları söylenebilir. Sayma ve hesaplama güçlüğü yaşayan kişilerin bu mekanizmalarının iyi çalışmadığına dair deliller bulunmaktadır (Landerl, Bevan, ve Butterworth, 2004). Diğer bir deyişle bu çocuklar şipşak sayılama aralığında olan (≤4) çoklukları bile sayma eğilimindedirler. Bu da onların sayısal içerikli bilgiyi yavaş işlediklerine ilişkin bir delil olarak görülmektedir.

Tam sayı sistemini ölçmeye dönük görevler nokta sayma ve basit hesaplama gerektiren işlemlerin kullanılması görevleridir. Nokta sayma görevlerinde bir grup noktanın sayılması hem doğruluk hem de yapılış süresi olarak değerlendrilmektedir. Basit hesaplama görevlerinin de yine hem doğruluk hem de bu işlemlerin yapılış süresi bireysel farklılıkları ortaya çıkarmakta etkili oldukları önceki araştırmalarda bulunmuştur.



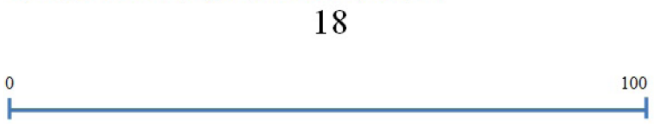
Şekil 3. Beş günlük bebeklere gösterilen kartlar

1.1.3.2. Yaklaşık Sayılama Sistemi (YSS)

Bir grup nesnenin sayısı belirlenirken kullanılan diğer bir mekanizma da yaklaşık sayılama sistemidir. Genellikle grup eleman sayısının çok (>4) olduğu ve saymak için gerekli zaman ya da kaynağın olmadığı bir durumda yaklaşık sayılama sistemi devreye girmektedir. Eğer grup eleman sayısı 4'ten fazla ise grup eleman sayısının tam olarak belirlenmesi için teker teker ya da gruplayarak sayma işlemi de kullanılabilir. Ancak grubun eleman sayısının hızlıca ve yaklaşık olarak belirlenmesinde algısal ya da ölçüsel tahmin yöntemi kullanılmaktadır (Booth ve Siegler, 2006). Dehaene (2001) sayısal çoklukları hızlıca anlama, onların yaklaşık büyüklüklerini belirleme ve çokluklar üzerinde akıcı bir şekilde işlem yapabilme yeteneğini kısaca ***sayı hissi*** olarak adlandırmaktadır. Gerek yaklaşık ve gerekse kesin sayı belirleme esnasında kullanılan yöntemler, yakın tahmin yapabilme becerisi ve bunların belirlenme zamanları kişilerdeki sayı hissinin göstergeleri olarak görülmektedir. Sayı hissinin kalitesi de matematiksel bilginin algılanması ve matematik öğrenme hızının belirleyicisi olarak düşünülmektedir.

Davranışsal ve bilişsel psikoloji alanında yapılan güncel araştırmalar gelişimsel diskalkulisi olan öğrencilerin sayı karşılaştırma, az sayıda noktaları sayma ve bir sayının sayı doğrusu üzerindeki yaklaşık yerini gösterme gibi çok basit görevleri bile yapmakta akranlarından çok düşük performans gösterdiklerini ortaya koymaktadır (Geary, 2009). Bu öğrenciler sayısal bilgiyi çok yavaş işledikleri için sayısal içerikli görevleri oldukça yavaş yapmakta bu nedenle akranlarından geride kalmaktadırlar. Sayısal içerikli problemleri çözerken daha uzun yıllar boyunca parmakları saymak gibi daha düşük düzeyli stratejiler kullanmaktadırlar. Bu öğrencilerin akranlarından önemli ölçüde (en az 2 yıl) geride kalmalarının nedeninin de strateji geliştirmelerindeki bu yavaşlıktan kaynaklandığı düşünülebilir.

Yaklaşık sayılama sistemini ölçmeye dayalı görevlerden en sık kullanılanı boş bir sayı doğrusunda bir sayının yaklaşık yerini belirleme (bknz. Şekil 4) görevidir (Siegler ve Opfer, 2003). Bu görev iki şekilde uygulanabilmektedir. İlkinde, örneğin; bir ucunda sıfır diğer ucunda 100 olan bir doğru parçasında 76'nın nerede olacağının tahminidir. Bu göreve "number to position" yani "sayının yeri" adı verilmektedir. Diğerinde ise yine bir ucu sıfır diğer ucu 100 olan bir sayı doğrusu üzerine konulmuş bir çentiğin hangi sayı olabileceğini tahmin etmek gerekmektedir. Bu göreve de "position to number" yani "yerin sayısı" adı verilmektedir. Sayı doğrularının sayısal büyüklükleri ise yaş veya okul, sınıf seviyelerine göre 0-10; 0-20, 0-100 ve 0-1000 şeklinde olmaktadır.



Şekil 4. Zihinsel sayı doğrusu, sayının yeri tahmini

Yaklaşık sayı sistemini ölçmeye yarayan bir diğer görev ise analog çokluk sayı tahminidir. Bu görevde örneğin 35 bardak resmi, bireye belli bir süre ile (500 milisaniye) gösterilmekte ve kaybolmaktadır. Bireyin burada kaç bardak olabileceğini tahmin etmesi istenmektedir.

Yaklaşık sayılama sistemini ölçmek için kullanılan her iki görev türünde de küçük çocukların tahminleri büyüklere göre daha çok logaritmik bir fonksiyona uygun olarak dağılım gösterirken büyüklerin tahminleri ise daha çok doğrusal bir dağılıma uygun çıkmaktadır (Booth ve Siegler, 2006). Ayrıca kişinin bu tahminlerindeki doğruluk derecesi ile matematik başarısı arasında ilişki bulunmuştur. Matematik öğrenme güçlükleri olan çocukların

yaşıtlarından en az 2 yıl geride kaldıkları düşünüldüğünde bu görev türünün öğrenme güçlüklerini taramak amacıyla kullanılabileceği akla yatkın gelmektedir.

1.1.4. Erişim Bozukluğu Hipotezi (EBH)

Sembolik temsil sistemi sayesinde fiziksel ve görsel unsurların doğrudan olmadığı durumlarda bile onların yerine temsil edildikleri sembollerin kullanılması ve bunların zihinde manipüle edilmeleri olanaklı hale gelmektedir. Ancak sembolik temsil biçiminin kullanılabilmesi de bireysel farklılıkların ortaya çıktığı bir durum yaratmaktadır. Kimi araştırmacılar (Rouselle ve Noel, 2007) matematik öğrenme güçlükleri yaşayan kişilerin bu güçlüklerine sembolik sistem ile çokluklar arasındaki bağı kuramamalarının neden olduğunu iddia etmektedirler.

Bazı araştırmacılar, MÖG ardındaki başlıca nedenin YSS veya TSS'nden değil, sembollerden büyüklüğe ya da tam tersi şekilde büyüklükten sembollere erişimden kaynaklandığını savunmaktadırlar. Örneğin, Rousselle ve Noel (2007) MÖG olan çocukların rakamlarla yazılmış sayıları karşılaştırırken (yani sembolik sayı büyüklüğü) bir zorluk yaşadıklarını, ancak bunun analog çoklukları (yani sembolik olmayan sayı büyüklüğünü) karşılaştırırken görülmediğini göstermiştir. Desoete, Ceulemans, De Weerdt ve Pieters (2012) ise anaokulunda rakamla sayı karşılaştırmaların 2 yıl sonraki prosedürel hesaplamaları tahmin edebildiğini; diğer taraftan, anaokulu düzeyinde sembolik olmayan becerilerin 1 yıl sonraki matematik başarısı ve 2 yıl sonraki sayı gerçekleri kazanımını tahmin ettiğini göstermişlerdir. Ayrıca, araştırmacılar, sembolik olmayan ve sembolik sayı karşılaştırmalarında eksiklikleri olan MÖG'lü anaokulu öğrencilerinin 2. sınıfta sembolik bilgi işlemede eksikliklerinin devam ettiğini de raporlamışlardır.

Özetle, güncel araştırmalar düşük aritmetik başarısına neden olan önemli etmenlerden birisinin, kalıtsal yollarla edinildiği düşünülen, gelişimsel olarak ortaya çıkan ve sayı ile ilgili temel kapasiteyi oluşturan bir yetersizlikten kaynaklandığını göstermektedir. Ancak bu yetersizliğin kaynağı olarak iki farklı hipotez bulunmaktadır. Bunlardan ilki sayı modülü bozukluğu ya da çekirdek yetersizlik (core deficit) olduğu görüşünü ileri sürerken (Butterworth, 2010) diğeri erişim yetersizliği (Access deficit hypothesis) olduğunu yani çoklukları sembolle eşleştirmekte ya da ifade etmekte sorun yaşadıklarını (Rouselle ve Noel, 2007) ileri sürmektedir.

Sembol ile temsil edilmiş sayıların karşılaştırılması bu beceriyi ölçmekte kullanılan görevlerden bir tanesidir. Sayısal Strup (numerical Stroop) adı verilen ve sembolün fiziksel ve sayısal büyüklükleri ile uyumsuz olarak da sunulduğu bu görevlerde doğru karar vermek kadar hızlı karar vermek de önemlidir. Matematik öğrenme güçlükleri olan bireylerin özellikle

uyumsuz durumlarda daha yavaş karar verebildikleri ve daha çok hata yaptıkları bulunmuştur (Heine, Tamm, De Smedt, Schneider, Thaler, Torbeyns ve Jacobs, 2010). Butterworth (2003) tarafından geliştirilen ve İngiltere için norm çalışması yapılmış olan Diskalkuli Tarayıcısı (Dyscalculia Screener) bu tür görevler içermektedir.

Alanyazındaki bu karışık ve kimi zaman karşıt bulgular çocuklardaki matematiksel öğrenme zorluklarının hem sembollerden sayı büyüklüğüne erişimde hem de farklı sunum türlerindeki sayıları işlemede zorluklar yaşadığına işaret etmektedir. En yalın haliyle sembolik ve sembolik olmayan sayı karşılaştırmaları farklı sonuçlar üretmekte ve ileriki yıllardaki farklı aritmetik becerileri ile ilişkilendirilmektedir; bu da, aritmetik öğreniminde her sürecin kendisine özgü bir katkısının olduğu anlamına gelebilir (Desoete, Ceulemans, Roeyers, ve Huylebroeck, 2009). Tüm bu tartışmalar okullarda matematik başarısı ile ilgili farklı sunum türlerinde niceliklerin işlenmesinin nasıl olduğunun araştırılması gerekliliğine işaret etmektedir.

1.1.5. Bilimsel çalışmalarda kullanılan görevler

Matematik öğrenme bozukluğunun arkasındaki temel nedeni; biri çekirdek bozukluğu diğeri erişim bozukluğu olmak üzere iki farklı hipotez ile açıklayan çalışmalarda nokta sayma, sembolik sayı karşılaştırma (numerik stroop testi), analog çokluk karşılaştırma, ve sayıların yaklaşık büyüklüklerini tahmin etme gibi basit sayısal görevler kullanılmaktadır (Butterworth, 1999; Desoete vd., 2012; Heine vd., 2010). Sayma, çokluk karşılaştırma ve zihinsel sayı doğrusu görevleri çekirdek bozukluk hipotezi ile (Landerl, Bevan, ve Butterworth, 2004), sembolik sayı karşılaştırma görevi ise erişim bozukluğu hipotezi ile ilişkilendirilmektedir (Gilmore, McCarthy, ve Spelke, 2010). Matematik bozuklukları olan öğrencilerin bu görevlerden bir ya da birden fazlasında zorluk yaşayacakları düşünülmektedir.

Her ne kadar matematik başarısı ile temel sayı yeterlikleri arasındaki ilişkiler alanyazında çalışılmış olsa da, bunlar arasındaki ilişki ve her bir alt sistemin ilköğretim düzeyinde matematik başarısı üzerindeki özgün etkileri üzerinde yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Matematikteki düşük başarı ve MÖG arasındaki farkın ortaya konulması hem durumun daha iyi tespit edilmesi hem de buna uygun müdahale stratejilerinin geliştirilmesi bakımından önemlidir. Bu çalışmada Butterworth (2010)'a paralel olarak MÖG'nün arkasındaki temel nedenin sayı modulündeki erişim bozukluğunu da içeren çekirdek bozukluk hipotezi ileri sürülmektedir.

Matematik öğrenme güçlükleri içerisinde en sık ve eğitime en dirençli görüleni sayı gerçekleri bozukluğudur (number fact disorder). Sözel yeteneklerde bir bozukluk olması durumunda bunun sayı gerçeklerini öğrenmeyi de engellediği ileri sürülmektedir. Aritmetik

işlemlerin tam sayılama sistemi ile mi yoksa yaklaşık sayılama sistemi ile mi yapıldığı tartışmalı bir konudur. Ancak her iki sistemin de kullanıldığına dair deliller vardır (Cohen ve Dehaene, 2000). Örneğin herhangi iki sayı ile işlem yapan ve sayı gerçeklerini otomatikleştirmiş normal öğrenenler, olması gerektiği gibi tek bir yanıt verirken (7+4=11 gibi) hesaplama güçlükleri bulunan kişiler birden çok farklı yanıt (7+4=10 ya da 12 gibi) verebilmektedirler. Bu da tam sayılama sistemi yanında yaklaşık sayılama sisteminin de devreye girdiğini göstermektedir. Zamanla otomatikleşme sonucu doğru yanıtın hafızadan hatırlanması mümkün olabilmektedir.

Matematik öğrenme güçlüklerini taramak ya da tanılamak amacıyla kullanılan araçlarda bu nedenle öncelikle nokta sayma, sembolik sayı karşılaştırma, sayı doğrusunda tahmin gibi temel sayı işleme görevlerinin yanısıra toplama ve çarpma işlemleri de kullanılmaktadır. Ancak kimi araştırmalar sadece çıkarma işlemini, özellikle onluk bozma gerektiren türünü yapamayan kişilerin olduğunu rapor etmişlerdir (Martins, Ferreire ve Borges, 1999).

1.2. Araştırmanın Önemi ve Amacı

Matematiksel yeteneğin önemli bir bölümü potansiyel olarak doğuştan, genetik aktarımla gelse bile gelişebilmesi için sistemli bir eğitime gereksinim vardır. Eğitimsel anlamda hesaplama güçlüğü çeken öğrenciler mümkün olduğunca erken yaşlarda tespit edilerek bu öğrencilerin sayı hislerini geliştirecek stratejilerle öğretim yapılabilir. Sayı hissi; sayının göreceli büyüklüğünü algılama, sayıyı diğer sayılarla birlikte büyüklük olarak konumlandırma, analog çoklukların sayılarını belirleme ve analog çoklukların sembolik temsil ile eşleştirme gibi temel sayısal becerileri kapsamaktadır.

Sayma ve hesaplama becerileri insanların günlük hayatta sıklıkla gereksinim duyduğu becerilerdendir. Hesaplama becerileri günlük hayatta ve iş hayatında karşılaşılan problemlerin bazen araçlar kullanılarak bazen de zihinden işlem yoluyla yapılmasını içermektedir. Ayrıca hesaplama becerileri sayı kavramı ve sayı hissi ile de ilişkili olduğundan daha ileri matematik öğrenmeler için de temel oluşturmaktadır. Ancak her öğrencinin bu temel beceriler açısından aynı olmadığı bilinmektedir. Bireylerin temel sayısal becerilerindeki yetersizlikleri kimi öğrencilerin sayısal süreçleri anlamalarını önemli ölçüde kısıtlarken bazılarının da biraz yavaş öğrenmelerine ve onların matematik öğrenme güçlüğü yaşamalarına neden olabilmektedir. Bireyler arasındaki bu farklılıklar daha sonra matematik öğrenme farklılıklarına dönüşebilmektedir. Bu öğrencilerin yaşadıkları zorluklar göz önüne alınarak onlara ek öğrenme fırsatları verilmesi yaşıtları ile birlikte eğitimlerine devam edebilmelerini sağlar. Belirlenen öğrencilerin özelliklerine göre sınavlarda ek tedbirler alınabilir. Bunların sağlanması için öncelikle matematiksel öğrenme zorlukları mümkün

olduğunca erken tespit edilmesi gerekmektedir, çünkü beyin gelişimi genç yaşlarda çok daha fazladır (Zamarian, Ischebek, ve Delazer, 2009). Diskalkuli ne kadar erken ortaya çıkarılırsa matematik becerilerinin geliştirilmesi şansı o kadar fazla olur. Bunun yanında, matematiksel öğrenme zorluklarına öğretim programlarında yer verilmesi hem öğrencilerin gelişmesine yardımcı olur hem de geride kalmalarını önler (Desoete vd., 2009).

Bu çalışmanın amacı, 6-11 yaş arası Türk çocuklarında matematik öğrenme güçlüğü yaşama riski bulunan ilkokul öğrencilerini belirleyecek, tablet bilgisayar ortamında çalışacak bir tarama aracı geliştirmek ve tarama aracıyla yapılan uygulama sonunda matematik öğrenme güçlüğü yaşayan öğrencileri tespit etmektir. Genelde kağıt kaleme dayanan ölçme araçları, ölçme aracının her yere taşınması, uygulanması gibi konularda çok esnek ve kullanışlı değildir. Özellikle madde bazında zamana dayalı testlerde yanıtlama zamanının hassas bir şekilde kayıt edilebilmesi önemlidir. Tablet ortamı bu konuda da yararlı olacaktır. Ayrıca ilkokul öğrencilerinin yaş grubunu göz önünde bulundurduğumuzda tablet üzerinde bir ölçme aracı geliştirilmesi kağıt kaleme dayalı ölçme araçlarının bu kullanışlılığına karşı bir esneklik sağladığı ve öğrenciler için daha ilgi çekici olduğu söylenebilir. Bu amaçla bu çalışmada geliştirelecek ölçme aracının bir tablet uygulaması olması hedeflenmiştir.

BÖLÜM II: TEST GELİŞTİRME SÜRECİ

Bu bölümde bir test geliştirme süreci izlenmiş olup bu süreçte yapılan tüm işlemler, güvenilirlik ve geçerlilik çalışması ile birlikte aşama aşama açıklanmıştır. Bu süreç üç kısma ayrılmıştır: Ön deneme, pilot uygulama ve norm uygulaması. Her bir kısım kendi başına bir araştırma gibi değerlendirilip, her bir çalışma için amaç, yöntem ve bulgular kendi içinde tartışılmış, en sonunda ise genel bir tartışmaya yer verilmiştir.

Buna göre 3 alt aşamadan oluşan test geliştirme sürecinin ilk aşaması, amaca dönük olarak alt boyutların belirlenmesi ve uzman görüşlerinin alınması ve küçük bir grup üzerinde deneme uygulaması, ikinci aşamada pilot uygulama ve son aşamada norm uygulaması basamaklarını içermektedir.

2.1. Araştırma modeli

Tarama modelleri, geçmişte ve halen varolan bir durumu varolduğu şekliyle, hiçbir manipülasyon olmaksızın betimlemeyi amaçlayan yaklaşımlardır. Araştırmaya konu olan olay, birey ya da nesne, kendi koşulları içinde var olduğu gibi tanımlanmaya çalışılır. Onları herhangi bir şekilde değiştirme, etkileme çabası gösterilmez. Bu açıdan değerlendirildiğinde bu araştırma, diskalkuliye yatkın öğrencileri tespit etmek amacıyla bir ölçme aracı geliştirmek ve ardından buna yönelik uygulamalarla bu öğrencileri belirleme amacı taşıdığından çalışmanın türü tarama modelidir.

2.2. Ön deneme uygulaması

2.2.1. Amaç ve Gereklilik

Bu uygulamada amaç, pilot uygulama için veri toplama aşamasına geçmeden önce projenin amacı doğrultusunda uygulanacak testlerin hazırlanmasıdır. Bu testlerin uygulanmasına geçmeden önce test maddelerinin anlaşırlığı, uygunluğu ve uygulanabilirliğinin uzmanlar tarafından küçük bir uygulama ile test edilmesi gerekir. Aksi durumda pilot uygulamada işlemeyen veya anlaşılmayan bir maddenin ortaya çıkması, hem ilkokul öğrencilerinde bir kavram karmaşısına, hem öğrencilerin motivasyonun bozulmasına hem de araştırmanın amacına ulaşamaması dolayısıyla bir geçerlik sorununa neden olabilir. Pilot uygulamada, ön deneme uygulamasına göre büyük örneklemlerle çalışıldığından anlaşılırlığı veya uygunluğu test edilmeyen bir madde ile bu kadar kalabalık örneklemlerden veri toplanması ayrıca bir zaman ve iş gücü kaybına neden olacaktır.

2.2.2. Yöntem

2.2.2.1. Katılımcılar

Uzman görüşlerinin alınmasından sonra ölçek haline getirilen yazılımın, 31'i 2. sınıftan ve 28'i 4. sınıftan olmak üzere toplam 59 öğrenci üzerinde ön deneme uygulaması yapılmıştır. Ölçme araçları, araştırmaya katılan bireylere araştırmanın amacına yönelik kısa bilgi verilmesinin ve katılımları konusunda onaylarının alınmasından sonra uygulanmıştır. Uygulamada katılımcılar testler üzerinde kodlanarak yazılmıştır. Katılımcılardan kimliklerini ortaya koyacak herhangi bir bilgi istenmemiştir.

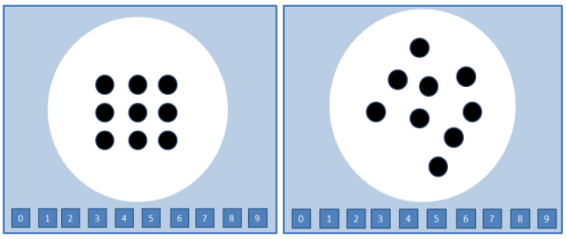
2.2.2.2. Veri Toplama Araçları

Uygulamaya geçmeden ön deneme uygulaması kapsamında yapılan alanyazın taraması doğrultusunda, temel sayı işleme becerilerini ölçtüğü belirlenen görevlerden yola çıkarak test maddeleri hazırlanmıştır. Araştırmada kullanılan testlerin adları, içeriği ve işlevleri aşağıda belirtilmiştir. Kullanılan testlerden ilk 3 tanesi temel sayı işleme (TSİT) performansını ölçmek amacıyla geliştirilen Nokta Sayılama, Sayı Karşılaştırma ve Zihinsel Sayı Doğrusu Testleridir. Bu testlerden ayrı olarak aritmetik performansı ölçmeye ve matematik başarısını ölçmeye dönük olmak üzere 2 ayrı test daha kullanılmıştır. TSİT ve aritmetik performans tablet uygulaması olarak tasarlanmış Matematik Başarı Testi (MBT) ise kağıt kalem testi olarak uygulanmıştır.

Nokta sayılama (şipşak sayılama) (canonic dot counting, CDC and random dot counting, RDC): Bu testte bireylere az sayıda (<10) nokta gösterilmekte ve bireyin bu noktaların sayısını hızlı ve doğru olarak bulması istenmektedir. Bu boyutta, rasgele dizilmiş noktaları sayılama ve düzenli dizilmiş noktaları sayılama olmak üzere 2 alt boyut bulunmaktadır. İlk testte kanonik nokta sayma görevleri bulunmaktadır (CDC). Bu görevde sayıları 3 ile 9 arasında değişen noktalar domino ya da oyun zarı örüntüsünde organize edilmiştir. Öğrencilerden soldan sağa doğru dizilmiş 0-9 arası sayılara dokunarak, bu noktaların sayısına karşılık gelen rakamı işaretlemeleri istenmiştir. Bu görevde 14 soru bulunmaktadır.

İkinci görev dağınık nokta sayma (RDC) görevi olup, bir öncekine benzemekle birlikte, noktalar bir örüntü oluşturmayacak şekilde rasgele dağınık halde sunulmuştur. Sunum sırasında da belli bir düzen olmamasına özen gösterilmiştir. Burada iki farklı görev kullanılmasındaki amaç öğrencilerin sayı sayarken kullandıkları stratejilerdeki beklenen farklılaşma sonucu oluşabilecek bireysel farklılıkları görebilmektir. Zira, yavaş öğrenenler ya

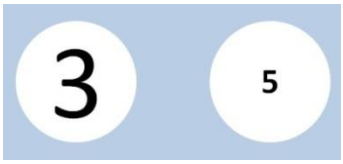
da yavaş sayanlar burada hızlı sayanlardan ayırt edilebilecektir. Bu testlerden örnek ekran görüntüleri CDC (solda) ve RDC (sağda) olmak üzere Şekil 5 de sunulmuştur.



Şekil 5. CDC ve RDC görev örnekleri

Bu görevlerde öğrencilerden hızlı ve doğru bir şekilde kendilerine sunulan ekranlardaki sayıları tablet üzerinden işaretlemeleri istenmiştir. Clements'e (1999) göre, çocuklar birinci sınıfta kendiliklerinden domino dizilimini öğrenmeye başlar ve algısal şipşaktan kavramsal şipşak sayılamaya doğru, bir başka ifade ile, nokta saymadaki birimleri oluşturmaya doğru gelişim gösterirler. Buradan hareketle, bu çalışmada, şayet bir matematiksel öğrenme güçlüğü varsa, bu kavramsal şipşak sayılamanın da gecikmiş bir tepki süresi üreteceği hipotezi ileri sürülmüştür.

Sayı Karşılaştırma (symbolic number comparison, SNC): Bu test, sayısal Stroop paradigmasına göre tasarlanmış sembolik sayı karşılaştırma (SNC), görevlerinden oluşmaktadır. Öğrencilere 3 ile 9 arasında değişen sayı çiftleri rasgele biçimde ekranda sunulmuştur. Öğrencilerden tablet üzerinde çok olan (sayısal olarak büyük olan) sayıya dokunmaları istenmiştir. Burada fiziksel bir karşılaştırma görevi eklenmemiştir. Yalnızca aralarında 1 ve 2 birim uzaklık olan sayısal karşılaştırma görevleri sorulmuştur. Görevlerde sunulan sayılar; uyumlu yani sayısal olarak büyük olan sayı fiziksel olarak da büyük sunulmuştur, fiziksel sayısal büyüklük uyumsuz ve nötr (sayılar aynı fiziksel büyüklükte) olmak üzere 3 farklı şekilde sunulmuştur. Testte toplamda 8 uyumlu, 8 uyumsuz ve 8 de nötr olmak üzere toplam 24 madde yer almıştır. Doğru cevaplar her iki tarafa da eşit miktarda dağıtılmıştır. Özellikle matematik bozukluğu olan öğrenciler sayıların büyüklüğünü (çokluğunu) belirlemede sayıların sunulan fiziksel büyüklüğünden etkilenmektedirler (Girelli, Lucangeli ve Butterworth, 2000; Rubinsten ve Henik, 2006). Bu testte sunulan görevlerde öğrencilerden kendilerine sembollerle sunulan çoklukları karşılaştırmaları istendiğinden, bu sonuçların erişim bozukluğu hipotezini destekleyeceği düşünülmüştür (Attridge, Gilmore ve Inglis, 2009). SNC ile ilgili örnek ekran görüntüsü Şekil 6 da sunulmuştur.



Şekil 6. SNC görevinden ekran görüntüsü (uyumsuz görev)

Şekil 6 da sunulan görevde 5 rakamı 3 rakamına göre göreli daha küçük bir fontla yazılmıştır (uyumsuz görev). Öğrencilerden fiziksel büyüklükten etkilenmeden (3 yerine) çok olan sayıya (5'e) parmakları ile dokunmaları beklenmektedir.

Algısal tahmin: Bir "çokluğun" sayısının algısal olarak tahmin edilmesi görevleri algısal tahmin yeteneğini ölçmekte kullanılmaktadır (bknz. Şekil 7). Bu test, şipşak sayılama sınırlarından daha fazla bir "çokluğun" sayılması için gereken zamandan çok kısa bir zaman içinde kaç tane olduğunun yaklaşık olarak tahmin edilmesi şeklinde uygulanmaktadır. Bu bölümdeki soruların değerlendirilmesinde tahmin edilen sayı ile gerçek sayı arasındaki farkın mutlak değerleri ele alınarak değerlendirilmektedir.



Şekil 7. Algısal tahmin (PE) görevinden ekran görüntüsü

Zihinsel sayı doğrusu: Bu test, sayıların görece büyüklüklerini tahmin etme ve bunları uzamsal bir doğru üzerinde uygun yere konumlandırma becerilerini ölçmek üzere hazırlanmıştır (bknz. Şekil 8). Algısal tahmin görevlerinin analizinde yürütülen işlemler zihinsel sayı doğrusu üzerinde verilen sayıların yerlerini tahmin etme görevlerinin analizi ile benzerdir.

65



Şekil 8. Zihinsel sayı doğrusu (MNL) görev örneği

Bu ölçme araçlarının hazırlanması aşamasında testlerde yer alan şekillerin bilgisayar destekli bilişsel/nörospikolojik testlerin (TSİT) sunumunda kullanılan zeminin rengi açık mavi ve uyarıcıların renkleri ise siyah ve beyaz olarak belirlenmiştir. Temel sayı işleme testlerinin özellikle bilgisayarlı versiyonlarının oluşturulmasında test maddelerinin seçimi ve içeriği kadar, fiziki koşulların (sunulacak kelime ve/veya resimlerin ekrandaki yeri ve büyüklüğü, sunulan uyarıcıların ne renk bir zemin üzerinde bulunduğu ve ne renkle yazılmış olduğu gibi) test performansı üzerindeki etkisi de bilinmektedir. Bu sayede öğrencilerin ekrandaki uyarıcılara ilişkin bilişsel görevleri yerine getirirken sunulan uyarıcılara ilişkin çevresel/fiziki faktörlerden olumsuz şekilde etkilenmeleri önlenmiştir.

Aritmetik performans: Öndeneme uygulamasında kullanılan ve tablet yazılımı olarak hazırlanan sonuncu test ise basitten karmaşığa bir sıra izleyecek şekilde hazırlanmış ve toplama, çıkarma ve çarpma olmak üzere 3 alt testten oluşan aritmetik performans testidir. İlk 4 testte yer alan sorular daha çok temel sayı işleme becerilerini yani matematik öğrenmek için gerekli olan kapasiteyi ölçerken bu bölümündeki sorular daha çok hesaplama performansını ölçmektedir.

2.2.2.3.Verilerin Toplanması Süreci

Psikolojik ve matematiksel özellikler dikkate alınarak yukarıda belirtilen testlerde yer alacak maddelerin yazılması süreci tamamlanmıştır. Ölçek maddeleri yazıldıktan sonra tablet bilgisayar ortamına atılmış ve uzman görüşlerine sunulmuştur. Hazırlanan test maddelerinin amaca uygunluğunu değerlendirmek üzere alanlarında uzman bir psikolog, bir özel eğitimci, bir eğitim psikoloğu, iki matematik eğitimci ve bir de ölçme değerlendirme uzmanından tablet üzerindeki testlerin, renk, sorular, düğmeler, yönlendirmeler gibi çeşitli konularda görüş ve önerileri alınmıştır. Ayrıca proje ekibi toplanarak bu dönütleri topluca değerlendirmiştir.

2.2.3. Bulgular, Yorumlar ve Düzeltmeler

Ön deneme sonunda tablet bilgisayardan veri toplamanın olası sorunları tespit edilmiş ve bunların ön uygulamada soruna neden olmaması için alınacak önlemler belirlenmiştir. Uygulamada bireylerin hem hızı hem de verdikleri yanıtların doğruluklarının dikkate alınması uygun görülmüştür. Çünkü işlemleri yapma hızı, matematik öğrenme güçlüğü olan bireylerin bulundukları yaşın gerektirdiği daha etkili stratejileri kullanmadıkları bunun yerine daha çok zaman alan ve hataya daha açık olan ilkel stratejileri kullandıkları bulgusudur. Bu stratejilerin kullanılması ile sorunun çözüm süresi uzamakta; bu da performans düşüklüğü olarak yansıyabilmektedir. Tüm bu düzenlemelerden sonra hazırlanan testlerde yer alan soru (madde) sayıları ve bunların sınıflara göre dağılımının Tablo 1'de belirtildiği gibi olmasına karar verilmiştir.

Tablo 1. Ölçme aracı ana boyutlarda bulunan soru sayılarının sınıf düzeylerine göre dağılımı

		1. sınıf Soru adedi	2. sınıf Soru adedi	3. sınıf Soru adedi	4. sınıf Soru adedi
1	Düzenli Nokta Sayma (CDC)	14	14	14	14
2	Rasgele Nokta Sayma (RDC)	14	14	14	14
3	Sembolik Sayı Karşılaştırma (SNC)	24	24	24	24
4	Algısal Tahmin (PE)	-	5	5	5
5	Zihinsel Sayı Doğrusu (MNL)				
	0-10 (MNL 1)	8	8	8	8
	0-20 (MNL 2)	10	10	10	10
	0-100 (MNL 3)	10	10	10	10
	0-1000 (MNL 4)	10	10	10	10
6	Toplama (ADD)	14	22	36	36
7	Çıkarma (SUB)	14	22	34	34
8	Çarpma (MUL)	-	14	24	24
	Toplam	118	153	189	189

Tablo1'de de görüldüğü üzere ilk 3 bölüme ait sorular ve sayıları her sınıf düzeyinde aynıdır. Bu soruların matematiksel becerileri kazanabilmek ve işlemleri öğrenebilmek için gerekli görülen temel becerileri ölçtüğü varsayılmıştır. Dikkat edilirse sınıf düzeyleri arttıkça soru adetleri de artmaktadır. 1. sınıflara sorulan sorular üst sınıfların hepsinde, 2. sınıflara

sorulan sorular üst sınıftakilere aynen sorulmuş ancak sınıf düzeyi arttıkça yeni sorular eklenmiştir. Böylece, her sınıf düzeyinde ortak sorulan sorular yoluyla sınıflar ilerledikçe gelişimsel ve öğretimden kaynaklanabilecek farklılaşmaların ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Ön uygulamada testin uygulama süresinin yaklaşık 40 dakika civarında olduğu ortaya çıkmıştır. Ancak geçen sürenin önemli bir bölümü aritmetik performans testinde geçtiği belirlenmiştir. "Yaklaşık kaç tane" türünde olan çokluk algılama maddelerine öğrencilerin çok değişken yanıt verdikleri tespit edilmiş; ancak örneklemin çoğalmasıyla bu sorunun azalacağı düşünülmüştür.

2.3. Pilot uygulama

2.3.1. Amaç ve Gereklilik

Bu aşamada ön deneme uygulamasından sonra hazırlanan testlerin araştırmanın amacına uygun örneklem üzerinde uygulanmasına geçilmiştir. Geçerlik, bir ölçme aracının amacına hizmet etme derecesidir. Buna göre bu çalışmada amaç, ilkokul öğrencilerinin diskalkuliye yatkınlıklarını tespit etmek amacıyla bir ölçme aracı geliştirmek olduğundan öncelikle bu amacı yerine getirmeyen maddelerin belirlenmesi veya gerekli düzenlemelerin yapılarak teste alınması ya da testten atılması gerekir. Bu süreç test geliştirme sürecinin olağan ve olması gereken bir basamağıdır. Çünkü diskalkuli veya diğer psikolojik değişkenler doğrudan gözlenemeyen özelliklerdir. Bu özellikleri ortaya çıkaracak, diğer bir ifadeyle uyandıracak uyarıcıların, soru veya maddelerin bu değişkenin her yönünü temsil edecek şekilde ve çok sayıda olması gerekir. Yapılan pilot uygulamadan sonra bu işlevi yerine getirmeyen uyarıcı veya soruların testten atılması ile amacını yerine getiren bir test hazırlanmış olur. Bu işlem de burada gerçekleştirilen güvenilirlik ve geçerlik çalışmasının kendisidir.

2.3.2. Yöntem

2.3.2.1. Evren ve Çalışma Grubu

Araştırmanın evrenini Milli Eğitim Bakanlığı tarafından uygulamaya konulan 4+4+4 sisteminin birinci aşamasında yani ilk 4 yılında eğitim gören öğrenciler oluşturmaktadır.

Araştırmanın çalışma grubunu, İç Anadolu'da metropol bir şehirde yer alan 4 farklı sosyo ekonomik düzeydeki ilçelerde bulunan toplam 12 okuldan 1-4. sınıflarda öğrenim gören öğrenciler oluşturmaktadır. 12 okul (şehrin dört farklı bölgesinin herbirinden seçilen 3 okul), her bir sınıf düzeyinde 4 sınıf ve her bir sınıftan benzer sayıda öğrenciler, kura

tekniğiyle seçkisiz olarak seçilmiştir. Araştırmanın amacına uygun olarak belirlenen örneklemler için il milli eğitim müdürlüğünden gerekli uygulama izinleri alınmıştır (Bknz. EK-1). Çalışma, uygulamada çeşitli nedenlerle veri kaybı olabileceği düşüncesiyle 1-4. sınıf düzeyinde, her düzeyden yaklaşık 125 kişi olmak üzere toplam 500 kişiye ulaşacak şekilde planlanmıştır. Üç test, üç ayrı günde uygulandığı için tahmin edildiği gibi, öğrencilerin devamsızlık yapmaları nedeniyle bazı kayıplar olmuştur. Uygulamalarda kağıt kalem uygulanan Matematik Başarı Testi (MBT) hariç, diğer testler tablet bilgisayarlar kullanılarak ve öğrencilerle bireysel görüşmelerle beş lisansüstü öğrenci tarafından, örneklem olarak belirlenen okullarda (12 okul), yaklaşık 2,5 ayda tamamlanmıştır. Verilerin ön incelemesi sonucunda 490 öğrenci verisinin kullanılabilir durumda olduğu görülmüştür.

2.3.2.2. Veri Toplama Araçları

Pilot uygulamada, ön deneme uygulamasında belirtilen testler üzerinde gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra hazırlanan testler kullanılmıştır. Bu testlerin yanı sıra pilot uygulamada, geçerliği irdelemek amacıyla temel sayılama işlemiyle ilişkili olduğu bilenen matematik başarısını ölçmek amacıyla bir matemetik başarı testi kullanılmıştır.

Matematik Başarı Testleri (MBT): Fidan (2013) tarafından geliştirilmiş, Matematik Başarı Testleri, her sınıf düzeyinde ayrı ayrı olmak üzere öğretim programının (MEB, 2005) "Sayılar" öğrenme alanı kazanımlarına dayalı olarak hazırlanmıştır. Bu testler sayı sayma, sayı örüntüleri, dört işlem soru ve problemleri, kesirler gibi konuları içermektedir. Testlerin KR-20 güvenirlik katsayıları; 1. sınıf için 0.80, 2. sınıf için 0.92, 3. sınıf için 0.93 ve 4. sınıf için 0.96 olarak bulunmuştur. Testler, önerildiği şekilde öğrencilere bir ders saati içerisinde uygulanmıştır. Ayrıca geçerlik kapsamında testlerin, sınıf düzeyleri ve ilçelerin sosyo ekonomik düzeylerine bağlı olarak beklenen yöndeki farkları ortaya çıkardığı belirtilmiştir. Geliştirilmek istenen iki testten Temel Sayı İşleme Testinde (TSİT) 5 ve Aritmetik Performans testinde ise 3 alt test bulunmaktadır (bknz Tablo 2).

Tablo 2. Pilot uygulamada kullanılan testler ve alt testleri

Uygulanan test	MBT	TSİT	Aritmetik Performans
Alt testleri	-	CDC	ADD
		RDC	SUB
		SNC	MUL
		PE	
		MNL	

MBT: Matematik başarı testi; TSİT: Temel sayı işleme testi; ADD: Toplama; SUB: Çıkarma; MUL: Çarpma

2.3.2.3. İşlem

Pilot uygulamada öncelikle madde analizi yapılarak işlemeyen maddeler belirlenmiştir. Madde analizi için ITEMAN programı kullanımış; maddelerin güçlük indeksleri ve ayırt ediciliği ve her testin güvenilirliği hesaplanmıştır. Her bir analizin kendine özgü sayıltısı bulunmakla birlikte genel olarak normallik, örneklem büyüklüğü, uç değer, doğrusallık gibi sayıltılar kontrol edilerek korelasyon, regresyon, ortalamalar arası farklara yönelik t testi, ANOVA veya sayıltıların sağlanamadığı durumda bu analizlerin non parametrik karşılıkları olan Mann Whitney U ve Kruskal Wallis testleri yapılmıştır.

2.3.3. Bulgular

ITEMAN programından elde edilen madde istatistikleri sınıf bazında değerlendirilmiştir. Buna göre her dört sınıf bazında CDC testine ait madde toplam test korelasyonlarının (madde ayırıcılıklarının) birinci sınıflar için .28 ile .54; ikinci sınıflar için .00 ile .42; üçüncü sınıflar için -.07 ile .60 ve son olarak dördüncü sınıflar için -.052 ile .38 arasında değiştiği gözlenmiştir. Yine her dört sınıf bazında RDC testine ait madde toplam test korelasyonlarının birinci sınıflar için .11 ile .53 arasında, ikinci sınıflar için -.049 ile .40 arasında; üçüncü sınıflar için -.060 ile .24 ve dördüncü sınıflar için -.060 ile .55 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Dört sınıfa ait SNC testine ait madde toplam test korelasyonları birinci sınıflar için .029 ile .58; ikinci sınıflar için -.070 ile .57; üçüncü sınıflar için -.075 ile .44 ve dördüncü sınıflar için -.083 ile .54 arasında değişmiştir.

MNL1 testine ait madde toplam test korelasyonlarının birinci sınıflar için .25 ile .57 arasında, ikinci sınıflar için -.040 ile .51 arasında, üçüncü sınıflar için.011 ile .54 arasında, dördüncü sınıflar için ise .40 ile .68 arasında değiştiği gözlenmiştir. MNL2 testine ait madde toplam test korelasyonları birinci sınıflar için .064 ile .53; ikinci sınıflar için -.070 ile .54; üçüncü sınıflar için -.002 ile .45 ve dördüncü sınıflar için .032 ile .55 arasında değişmektedir. Her dört sınıfa ait MNL3 testine ait madde toplam test korelasyonları birinci sınıflar için .078 ile .65; ikinci sınıflar için -.187 ile .61; üçüncü sınıflar için -.233 ile .65; dördüncü sınıflar için ise -.19 ile .66 arasında değişmektedir. MNL4 testini yalnızca 3. ve 4. sınıflar aldığından ilk 2 sınıfa ait bir bilgi bulunmamaktadır. Buna göre üçüncü sınıflar için madde toplam test korelasyonlarının -.114 ile .76; dördüncü sınıflar için -.117 ile .69 arasında değişmiştir.

2.3.3.1. Güvenilirlik Çalışması

Hazırlanan testlerin güvenilirliklerinin hesaplanması, testin puanlanma biçimlerine uygun olacak şekilde yapılmıştır. Ancak, bu testlerde doğruluğun yanı sıra yanıtlama süreleri de dikkate alındığından her iki özelliğe göre de güvenilirlik hesaplamaları yapılmıştır.

Tablo 3'te yer alan testlerden MNL1-2-3-4 testleri çoklu puanlanan testler olduğu için burada Cronbach Alfa katsayısı; diğer testler 1-0 şeklinde olmak üzere ikili puanlandığı için KR 20 güvenirlik katsayısı hesaplanmıştır. Cronbach Alfa'nın hesaplanmasında SPSS, KR 20 katsayılarının hesaplanmasında ITEMAN programından faydalanılmıştır. Buna göre 0,70'ten düşük güvenilirlik katsayılarına sahip olan MNL2 ve RDC testlerinin düşük; CDC testinin de düşük ancak nerdeyse orta düzeyde güvenilirliğe sahip olduğu söylenebilir. MNL1, MNL3 ve SNC testlerinin orta düzeyde güvenilirliğe; MNL4 testinin ise yüksek düzeyde bir güvenilirliğe sahip olduğu söylenebilir. Testlerin güvenirliği madde sayıları ile doğrudan ilişkilidir. Madde sayılarının az olduğu testlerde güvenirlikler düşük çıkabilir. Bu nedenle 11 gibi az sayıda maddesi bulunan testlerin güvenirliğinin orta düzeyde çıkması yeterli kabul edilmiştir. Diğer yandan CDC, RDC ve SNC testleri için cevaplama süreleri üzerinden hesaplanan Cronbach alfa güvenilirlik katsayılarına göre bu testler için güvenilirlik oldukça yüksek düzeydedir.

Tablo 3. Testlerin güvenilirlikleri

	Madde Sayıları	İçtutarlık Katsayıları (Doğru sayısı)	Güvenilirlik (Yanıtlama zamanları)
CDC	14	0,69	0,92
MNL1	11	0,75	0,75
MNL2	11	0,66	0,66
MNL3	11	0,72	0,72
MNL4	11	0,96	0,96
RDC	14	0,65	0,90
SNC	24	0,79	0,93

2.3.3.2. Geçerlilik Çalışması

Geçerlilik çalışması için işlemlere başlamadan önce öğrencilerin CDC, RDC ve SNC testlerine ait ters etkililik puanı (Inverse Efficiency Score, IES) ile MNL ve PE testlerindeki mutlak hata puanlarının toplamı (TAE) hesaplanmıştır. Çünkü bu testlerde daha önce belirtildiği gibi öğrencilerin doğru yanıtlarının yanı sıra yanıtlama süreleri ve eğer bu bir nokta

tahmini ise kendi tahminlerinin doğru olan değerden ne kadar saptığı bilgisi de önemlidir. Buna göre CDC, RDC ve SNC testleri için bireylerin ters etkililik puanları hesaplanmış, bütün işlemler hesaplanan IES puanları üzerinden yürütülmüştür. IES puanları, bireylerin, her maddeyi yanıtlamada harcadıkları zamanın doğru yanıtladığı madde yüzdesine bölünmesiyle elde edilmiştir. MNL1-2-3-4 ve PE testleri için ise mutlak fark puanları hesaplanmıştır. Bunun için bireylerin her bir maddeye verdikleri cevap ile o maddeye ait doğru cevabın farkının mutlak değeri alınmıştır. Bu testlerden elde edilen toplam puanlar, her bir maddeye ait mutlak fark puanlarının toplamı (total absolute error, TAE) alınarak hesaplanmıştır.

Gerekli puan dönüştürmeleri yapıldıktan sonra analizlere başlamadan önce uygulanacak analizlerin sayıltıları kontrol edilmiştir. Her bir istatistiksel analizin kendine özgü bazı sayıltıları bulunsa da uçdeğer, normallik gibi sayıltılar çoğu analiz için ortak sayıltılardır. Bu nedenle önce verilerde uçdeğer bulunup bulunmadığı incelenmiştir. Klasik istatistiksel uçdeğer temizleme yöntemlerinde genel olarak tek yönlü ve/veya çokyönlü uçdeğere sahip olan bireyler gruptan çıkarılır. Ancak bu çalışmada herhangi bir birey silme yoluna gidilmemiştir. Çünkü bu silinen bireyin diskalkulik olma ihtimali vardır. Bunun yerine uç hücrelerin silinmesi yoluna gidilmiştir. Burada öğrencilerin puanlarından biri aynı testte bulunan diğer puanlarından çok farklı bir değer almış ise bu yanıt, veri grubundan silinerek uç değerler temizlenmiştir. Uçdeğer sayıltısının yanı sıra normallik sayıltısı da incelenmiştir. Bazı test puanlarının normal dağılmadığı görülmekle birlikte N sayısının yeterli olması dolayısıyla merkezi limit teoremine göre o değişkenlerin normal dağıldığı varsayılmıştır. Ortalamaların karşılaştırıldığı ANOVA ve t testlerinde bazı gruplardaki birey sayısının yetersiz olması dolayısıyla muadili nonparametrik testler uygulanmıştır.

Geçerlilik çalışması kapsamında ilk olarak aritmetik performans testleri (Toplama, Çıkarma ve Çarpma testlerinde yapılan doğru sayılarına dayanarak hesaplanan puanlar), MBT ve TSİT testleri arasındaki korelasyonlar sınıf bazında incelenmiştir.

Tablo 4. Birinci sınıfların aldıkları testlerden elde dilen puanlar arasındaki ilişkiler

	MBT	CDC-IES	RDC-IES	SNC-IES	MNL1	MNL2	MNL3
MBT	1	-.356	-.331	-.449	-.276	-.468	-.531
p		.000	.000	.000	.002	.000	.000
Toplama	.549	-.252	-.321	-.514	-.419	-.539	-.548
p	.000	.005	.000	.000	.000	.000	.000
Çıkarma	.389	-.113	-.204	-.401	-.314	-.453	-.421
p	.000	.211	.023	.000	.000	.000	.000

Not: Birinci sınıf testinde çarpma yoktur.

Birinci sınıf öğrencilerinin aldıkları puanlar arasındaki ilişkilere göre (bknz Tablo 4) MBT ile Toplama testi arasında pozitif yönde, orta düzeyde ve anlamlı; Çıkarma testi ile pozitif yönde orta düzeyde ve anlamlı olmayan bir ilişki bulunmaktadır. MBT ile CDC, RDC, SNC, MNL1, MNL2 ve MNL3 arasında negatif yönde, orta düzeyde (MNL1 Hariç) ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Toplama testi ile CDC, RDC, SNC, MNL1, MNL2 ve MNL3 arasında negatif yönde, orta düzeyde (CDC ve RDC için düşük) ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Çıkarma testi ile yine CDC, RDC, SNC, MNL1, MNL2 ve MNL3 arasında negatif yönde, orta düzeyde (CDC hariç) ve anlamlı (CDC hariç) ilişkilerin olduğu görülmektedir.

Tablo 5. İkinci sınıfların aldıkları testlerden elde edilen puanlar arasındaki ilişkiler

	MBT	İESCDC	İESRDC	İESSNC	MNL1	MNL2	MNL3	PE
MBT	1	-.560	-.431	-.393	-.233	-.246	-.268	-.237
p		.000	.000	.000	.009	.006	.002	.008
Toplama	.440	-.416	-.242	-.120	-.338	-.412	-.249	-.301
p	.000	.000	.006	.182	.000	.000	.005	.001
Çarpma	.363	-.430	-.237	-.081	-.265	-.440	-.450	-.223
p	.000	.000	.008	.365	.003	.000	.000	.012
Çıkarma	.398	-.477	-.259	-.199	-.172	-.236	-.187	-.127
p	.000	.000	.003	.026	.054	.008	.036	.157

İkinci sınıf öğrencileri için MBT ile Toplama, Çıkarma ve Çarpma testleri arasında pozitif yönde orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (bknz Tablo 5). MBT ile CDC, RDC, SNC, negatif yönde, orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki bulunurken; MBT ile MNL1, MNL2, MNL3 ve PE arasında negatif yönde, düşük düzeyde ve anlamlı bir ilişki vardır. Toplama testi ile CDC, RDC, SNC, MNL1, MNL2, MNL3 ve PE testleri arasında negatif yönde, orta düzeyde (SNC hariç) ve anlamlı (SNC hariç) bir ilişki bulunmaktadır. Çarpma testi ile CDC, RDC, SNC, MNL1, MNL2 MNL 3 ve PE arasında ise negatif yönde, orta düzeyde (RDC ve MNL 1 için düşük; SNC için yok denecek kadar az) ve anlamlı (SNC hariç) ilişkilerin olduğu görülmektedir. Çıkarma testi ile yine CDC, RDC, SNC, MNL1, MNL2 ve MNL3 arasında pozitif yönde orta düzeyde (MNL1, MNL2 ve MNL3 hariç) ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Çarpma testi ile CDC arasında negatif yönde orta düzeyde ve anlamlı; çarpma testi ile RDC, SNC, MNL1, MNL2, MNL3 ve PE arasında ise yine negatif yönde ancak düşük ve anlamlı ilişkiler (MNL1 ve PE hariç) bulunmaktadır.

Tablo 6. Üçüncü sınıfların aldıkları testlerden elde edilen puanlar arasındaki ilişkiler

	MBT	İESCDC	İESRDC	İESSNC	MNL1	MNL2	MNL3	MNL4	PE
MBT	1	-.532	-.429	-.404	-.186	-.230	-.485	-.446	-.166
p		.000	.000	.000	.041	.011	.000	.000	.069
Toplama	.335	-.403	-.162	-.115	-.120	-.159	-.151	-.120	-.095
p	.000	.000	.075	.209	.188	.081	.099	.188	.301
Çarpma	.466	-.338	-.362	-.358	-.159	-.241	-.326	-.292	-.136
p	.000	.000	.000	.000	.082	.008	.000	.001	.136
Çıkarma	.381	-.234	-.126	-.120	-.221	-.115	-.109	-.075	-.125
p	.000	.010	.168	.189	.015	.208	.234	.411	.171

Üçüncü sınıf öğrencilerinin aldıkları puanlarda MBT ile Toplama, Çıkarma ve Çarpma testleri arasında pozitif yönde, orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (bknz Tablo 6). MBT ile CDC, RDC, SNC, MNL1, MNL2, MNL3 ve MNL4 negatif yönde, orta düzeyde (MNL1 ve MNL2 hariç) ve anlamlı bir ilişki bulunurken MBT ile PE arasında negatif yönde düşük düzeyde ve anlamlı olmayan bir ilişki bulunmuştur. Toplama testi ile CDC, RDC, SNC, MNL1, MNL2, MNL3, MNL4 ve PE arasında negatif yönde, düşük düzeyde (CDC için orta) ve anlamlı olmayan (CDC için anlamlı) ilişkiler bulunmaktadır. Çarpma testi ile CDC, RDC, SNC ve MNL3 arasında negatif yönde, orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir. Çarpma testi ile MNL1, MNL2, MNL4 ve PE arasında ise negatif yönde ancak düşük düzeyde ve anlamlı (MNL1 ve PE için anlamlı) bir ilişki olduğu görülmektedir. Çıkarma testi ile tüm testler arasında negatif yönde düşük düzeyde ve anlamlı olmayan (CDC hariç) ilişkiler bulunmaktadır.

Tablo 7. Dördüncü sınıfların aldıkları testlerden elde edilen puanlar arasındaki ilişkiler

	MBT	İESCDC	İESRDC	İESSNC	MNL1	MNL2	MNL3	MNL4	PE
MBT	1	-.552	-.418	-.271	-.303	-.486	-.459	-.556	-.043
p		.000	.000	.004	.001	.000	.000	.000	.654
Toplama	.507	-.480	-.386	-.254	-.308	-.425	-.242	-.419	-.043
p	.000	.000	.000	.008	.001	.000	.011	.000	.657
Çarpma	.548	-.520	-.287	-.228	-.270	-.333	-.237	-.331	-.086
p	.000	.000	.002	.017	.005	.000	.013	.000	.374
Çıkarma	.475	-.281	-.199	-.182	-.047	-.168	-.223	-.229	-.004
p	.000	.003	.038	.058	.627	.080	.020	.017	.966

Dördüncü sınıf öğrencilerinin aldıkları puanlar arasındaki ilişkilere göre MBT ile Toplama, Çıkarma ve Çarpma testleri arasında pozitif yönde, orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (bknz. Tablo 7). MBT ile CDC, RDC, SNC, MNL1, MNL2, MNL3 ve MNL4 negatif yönde, orta düzeyde (SNC hariç) ve anlamlı bir ilişki bulunurken MBT ile PE arasında negatif yönde yok denecek kadar az düzeyde ve anlamlı olmayan bir ilişki bulunmuştur. Toplama testi ile CDC, RDC, SNC, MNL1, MNL2, MNL3 ve MNL4 arasında negatif yönde, orta düzeyde (SNC ve MNL3 hariç) ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Toplama testi ile PE arasında ise negatif yönde, yok denecek kadar az düzeyde ve anlamlı olamayan bir ilişki bulunmuştur. Çarpma testi ile CDC, MNL2 ve MNL4 arasında negatif yönde, orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir. Çarpma testi ile RDC, SNC, MNL1 ve MNL3 arasında ise negatif yönde, düşük düzeyde ve yine anlamlı ilişkiler bulunmaktadır. Çarpma testinin PE ile negatif yönde düşük düzeyde ve anlamlı olmayacak şekilde ilişkili olduğu görülmektedir. Çıkarma testi ile yine CDC, RDC, SNC, MNL1, MNL2, MNL3 MNL4 ve PE arasında negatif yönde, düşük düzeyde ve anlamlı olmayan (CDC, RDC, MNL3 ve MNL4 hariç) ilişkiler bulunmaktadır.

Yukarıdaki korelasyon tablolarında aritmetik performans testleri (Toplama, Çıkarma, Çarpma) için çeşitli düzeylerde ve nispeten tatmin edici korelasyon değerleri elde edilmiştir. Ancak gerek uygulayıcı araştırmacılardan gelen dönütler gerekse verinin yüzeysel incelenmesi sonucunda güvenilir bir veri sunmadığından analiz dışı bırakılmıştır. Uygulamacı araştırmacılar öğrencilerin bu testlere geldiklerinde yorulduklarını ve doğru yapmak için ya çok zaman harcadıklarını ya da bu işten bir an önce kurtulmak için kafadan attıklarını belirtmişlerdir. Bu testlerde de diğer testlerde olduğu gibi hem doğruluk hem de harcanan süre önemli olduğundan bu verilerin güvenilir olmayabileceği sonucuna ulaşılmıştır. İleriki çalışmalarda testin aritmetik performansı ölçen bölümü uygulamadan çıkarılarak yerine aynı beceriyi ölçen Hesaplama Performansı Testinin (TTR) (De Vos, 1992) kağıt kalem uygulamasının kullanılmasına karar verilmiştir.

Zihinsel sayı doğrularına (MNL) ait korelasyonlar genel olarak değerlendirildiğinde yine öğrencilerin matematik başarı testleri ile oldukça yüksek korelasyon gösterdikleri ortaya çıkmaktadır. Genel olarak matematik testinde başarısı düşük olan öğrencilerin sayı doğrusunda bir sayının yerini tahmin ederken daha çok hata yaptıkları görülmüştür. Bu nedenle geliştirilen zihinsel sayı doğrusunun öğrencinin sayının göreceli büyüklüğünü tahmin etme becerisini diğer bir ifade ile öğrencinin sayı hissini ölçtüğü sonucuna ulaşılmıştır. Bundan sonra testte hem daha büyük sayı doğrularının da kullanılması hem de soru sayılarının artırılmaları öngörülmüştür.

Algısal tahmin testinin (PE) yukarıdaki verilerde görece daha düşük düzeyde ilişkili olduğu bulunmuştu ancak yine de bu testin zayıf, normal ve başarılı öğrencileri birbirinden ayırıp ayırmadığı incelenmiştir. Bunun için önce öğrenciler sınıf düzeylerine göre Matematik Başarı Testinden (MBT) aldıkları puanları dikkate alınarak zayıf, normal ve başarılı olarak 3 gruba ayrılmışlardır.

İki ve 3. sınıflar için algısal tahmin (PE) testinden elde edilen puanlara uygulanan logaritmik ve lineer dönüştürmelere ilişkin bağımlı gruplar için t testi sonuçları incelendiğinde bir grup dışında hiçbir grupta anlamlı bir fark elde edilmediği görülmektedir (bknz. Tablo 8). Ayrıca PE testinin madde sayısı, testte bulunan madde sayısını artırmamak kaygısıyla başlangıçta 5 ile sınırlı tutulmuştu. Ancak madde sayısı 5'te kalınca da kişisel veriler ve grup medyanları alınarak yapılan analizlerde analiz için yeterli veri oluşturulamamıştır. Bu nedenle PE testi analiz dışı bırakılmıştır. Bunun yerine yine yaklaşık sayı sistemini (YSS) ölçtüğü düşünülen MNL testlerine ağırlık verilmesi kararlaştırılmıştır.

Tablo 8. PE testinden elde edilen puanlara uygulanan t testi sonuçları

			N	Ortalama	Std Sapma	t	p
2.sınıf	Zayıf	Log	5	11,55	6.19		
		Lineer	5	11,25	6.69	0,358	0,738
	Normal	Log	5	4,08	2,26		
		Lineer	5	3,59	3,09	0,398	0,711
	Başarılı	Log	5	3,24	1,24		
		Lineer	5	0,98	0,66	6,88	0,002
3.sınıf	Zayıf	Log	5	9,05	4,92		
		Lineer	5	8,60	4,57	0,311	0,772
	Normal	Log	5	2,78	2,63		
		Lineer	5	2,30	2,19	0,425	0,692
	Başarılı	Log	5	6,58	4,86		
		Lineer	5	6,61	6,01	-0,056	0,958

Ayrıca, algısal tahmin için kullanılması öngörülen görevlerin tablet üzerinde kullanılacak bir yazılımda diğer görevlerle uyum içinde kullanılması çok zor olduğundan matematik öğrenme güçlükleri ve matematik başarısı ile güçlü ve istikrarlı ilişkisi tespit edilmiş olan ve kişinin yaklaşık sayılama sistemini saf bir şekilde ölçen zihinsel sayı doğrusu

görevleri seçilmiştir. Zihinsel sayı doğrusu görevlerinin Tablet üzerinde çalışacak yazılım için de daha uygun olduğu görülmüştür.

Bu işlemlerin yanı sıra TSİ testlerinin geçerliliği için çeşitli istatistiksel yöntemlerle ölçüt dayanaklı geçerlilikler incelenmiştir. Ölçüt dayanaklı geçerlilik kapsamında daha önce güvenilirlik ve geçerliliği yapılan Matematik Başarı Testleri (MBT) ve geliştirmekte olduğumuz Temel Sayı İşleme Testleri (TSİT) arasındaki ilişkilere korelasyonel olarak bakılmıştır.

Tablo 9'da görüldüğü gibi MBT ve TSİT arasında birinci sınıftan dördüncü sınıfa kadar orta ve yüksek düzeylerde korelasyonlar vardır. Ayrıca RDC testinin CDC testi ile yüksek korelasyon gösterdiği, yani CDC ile benzer becerileri ölçebileceği söylenebilir. Bu ilişkiler geliştirilmekte olan testlerden elde edilen IES puanlarının matematik başarısı ile yakından ilişkili olduğunu göstermekte olup, bu sonuçlar bir geçerlik kanıtı olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 9. MBT ve TSİT arasındaki ilişkiler

	Sınıf	N	CDC-IES	RDC-IES	SNC-IES	MNL-TAE
MBT	1	125	-,356***	-,331***	-,449***	-,547***
	2	126	-,560***	-,431***	-,393***	-,297***
	3	121	-,532***	-,429***	-,404***	-,457***
	4	109	-,552***	-,418***	-,271**	-,567***
CDC-IES	1	125		,849***	,243**	,306***
	2	126		,594***	,329***	,457***
	3	121		,638***	,441***	,458***
	4	109		,579***	,418***	,519***
RDC-IES	1	125			,423***	,350***
	2	126			,675***	,289***
	3	121			,710***	,447***
	4	109			,546***	,313***
SNC-IES	1	125				,567***
	2	126				,159
	3	121				,375***
	4	109				,357***

*******p<0,05 **p<0,01

Korelasyonların yanı sıra TSİT puanlarının matematik başarısını yordama gücüne bakılarak testlerin yordama geçerliliği incelenmiştir (Tablo 10-13).

Tablo 10. 1. Sınıfların matematik başarısının yordanmasına ilişkin sonuçlar

Değişken	B	Standart Hata	Beta	t	P	Kısmi r
Sabit	10,550	,720		14,655	,000	
CDCies	-2,30E-005	,000*	-,357	-2,497	,014	-,222
RDCies	1,24E-005	,000*	,204	1,349	,180	,122
SNCies	-3,40E-005	,000*	-,236	-2,465	,015	-,220
MNLtop	-,008	,002	-,375	-4,170	,000	-,356
R=0,609	R^2=0,371					
$F_{(4,120)}$=17,724	p=0,000					

* Hata istatisitikleri sıfırdan farklı olmasına rağmen, virgülden sonra üç basamak verildiğinden görünen değerleri sıfırdır.

Birinci sınıflar için (bknz. Tablo 10) yordayıcı değişkenlerle bağımlı değişken arasındaki kısmi korelasyonlar ile yordama katsayılarının anlamlılıkları incelendiğinde birinci sınıflar için matematik başarısını açıklamada RDC testinin önemli bir etkiye sahip olmadığı görülmektedir.

İkinci sınıflar için (bknz. Tablo 11) yordayıcı değişkenlerle bağımlı değişken arasındaki kısmi korelasyonlar ile yordama katsayılarının anlamlılıklarına göre matematik başarısını açıklamada RDC ve MNL testleri önemli bir etkiye sahip değildir.

Üçüncü sınıflar için (Bknz. Tablo 12) yordayıcı değişkenlerle bağımlı değişken arasındaki kısmi korelasyonlar ile yordama katsayılarının anlamlılıklarına göre matematik başarısını açıklamada yine RDC ve SNC testlerinin önemli bir etkiye sahip olmadığı görülmektedir.

Tablo 11. 2. Sınıfların matematik başarısının yordanmasına ilişkin sonuçlar

Değişken	B	Standart Hata	Beta	t	P	Kısmi r
Sabit	18,702	1,496		12,498	,000	
CDCies	,000	,000*	-,477	-4,894	,000	-,407
RDCies	8,29E-006	,000*	,040	,341	,733	,031
SNCies	-6,60E-005	,000*	-,255	-2,580	,011	-,228
MNLtop	-,002	,003	-,049	-,607	,545	-,055
R=0,605	R^2=0,366					
$F_{(4,121)}$=17,431	p=0,000					

* Hata istatisitikleri sıfırdan farklı olmasına rağmen, virgülden sonra üç basamak verildiğinden görünen değerleri sıfırdır.

Dördüncü sınıflar için (bknz. Tablo 13) yordayıcı değişkenlerle bağımlı değişken arasındaki kısmi korelasyonlar ile yordama katsayılarının anlamlılıklarına göre matematik başarısını açıklamada SNC ve RDC testleri önemli bir etkiye sahip değildir.

Tablo 12. 3. Sınıfların matematik başarısının yordanmasına ilişkin sonuçlar

Değişken	B	Standart Hata	Beta	t	P	Kısmi r
Sabit	18,889	1,872		10,090	,000	
CDCies	-8,07E-005	,000*	-,370	-3,716	,000	-,326
RDCies	1,19E-005	,000*	,043	,346	,730	,032
SNCies	,000	,000*	-,182	-1,715	,089	-,157
MNLtop	-,001	,000*	-,238	-2,767	,007	-,249
R=0,601	R^2=0,361					
$F_{(4,121)}$=16,386	p=0,00					

* Hata istatisitikleri sıfırdan farklı olmasına rağmen, virgülden sonra üç basamak verildiğinden görünen değerleri sıfırdır.

Tablo 13. 4. Sınıfların matematik başarısının yordanmasına ilişkin sonuçlar

Değişken	B	Standart Hata	Beta	t	P	Kısmi r
Sabit	26,875	2,327		11,547	,000	
CDCies	,000	,000*	-,277	-2,743	,007	-,260
RDCies	-6,11E-005	,000*	-,180	-1,803	,074	-,174
SNCies	8,08E-005	,000*	,085	,929	,355	,091
MNLtop	-,003	,001	-,396	-4,494	,000	-,403
R=0,656	R^2=0,430					
$F_{(4,121)}$=19,602	p=0,00					

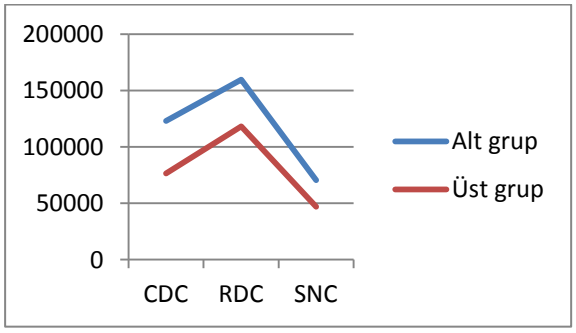
* Hata istatisitikleri sıfırdan farklı olmasına rağmen, virgülden sonra üç basamak verildiğinden görünen değerleri sıfırdır.

Literatürde geçerliliğin yalnızca bir yöntemle değil; birden fazla yöntemle farklı farklı örneklemler ve farklı zamanlarda tekrar tekrar incelenmesi gerektiği belirtilmektedir. Bu nedenle bu çalışmada da farklı geçerlilik kanıtlarından yararlanmak amacıyla farklı istatistiksel yöntemler uygulanmıştır. Geçerliliği irdelemede kullanılan yöntemlerden biri de gruplar arası farkların incelenmesidir. Buna göre örneğin literatürde bir özelliğe ilişkin

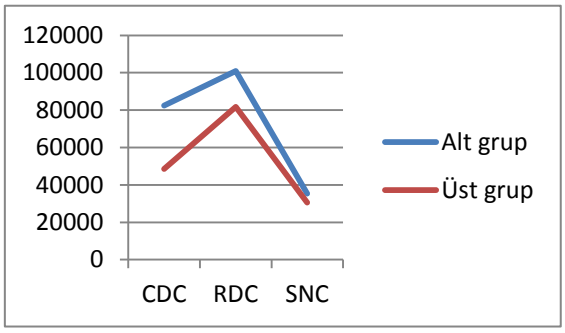
cinsiyetler arasında bir ayrım varsa ve geliştirilen test de bu ayrımı yapabiliyorsa bu durumun bir geçerlik kanıtı olduğu şeklinde yorumlar yapılır. Bundan yola çıkılarak MBT'ye göre öğrenciler gruplara ayrılmıştır. Bu gruplar öncelikle şu ölçüt referans alınarak oluşturulmaya çalışılmıştır:

İlk olarak Matematik Başarı Testi (MBT) puanlarına dayanarak her sınıf bazında alt ve üst gruplar oluşturulmuştur. Alt gruplar, matematik testinden 0, 1 ve 2 alanlardan; üst gruplar ise 2'nin üzerinde puan alanlardan oluşmaktadır. Buna göre birinci sınıfların %16'sı, ikinci sınıfların %4'ü, üçüncü sınıfların %4'ü ve dördüncü sınıfların %5,4'ü alt grubu oluşturmaktadır. Bu grupların İES indekslerine dair betimsel istatistikler aşağıda belirtilmiştir.

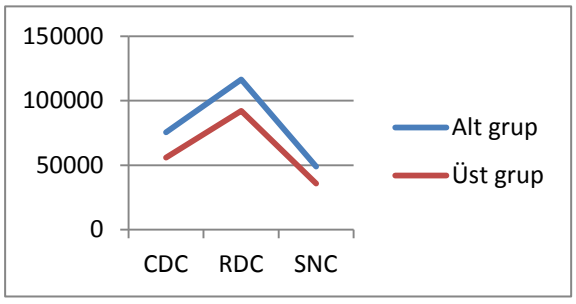
Matematik Başarı Testine (MBT) göre düşük ve normal başarılı olarak ayrılan iki grupta yer alan öğrencilerin bu üç testi yanıtlama süreleri ve doğru yanıtları birlikte ele alınarak hesaplanan IES puanları karşılaştırılmaları Şekil 9, 10, 11 ve 12'de grafiksel olarak sunulmuştur.



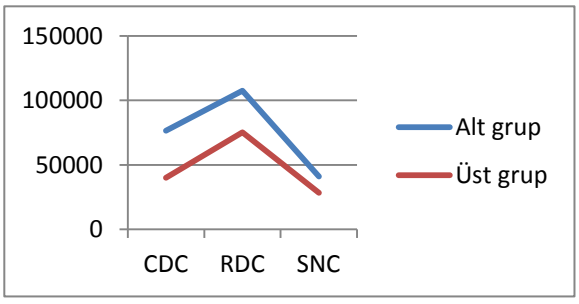
Şekil 9. Birinci sınıfların alt ve üst grupların CDC, RDC ve SNC testlerini yanıtlama sürelerine ait IES puanları



Şekil 11. Üçüncü sınıfların alt ve üst grupların CDC, RDC ve SNC testlerini yanıtlama sürelerine ait IES puanları



Şekil 10. İkinci sınıfların alt ve üst grupların CDC, RDC ve SNC testlerini yanıtlama sürelerine ait IES puanları



Şekil 12. Dördüncü sınıfların alt ve üst grupların CDC, RDC ve SNC testlerini yanıtlama sürelerine ait IES puanları

Şekil 9-12'de görüldüğü gibi MBT'den alınan puanlara dayanarak oluşturulan alt ve üst grupların üç teste dair IES puanları arasında dört sınıf düzeyinde de aynı yönde ve kararlı bir fark vardır. En büyük fark, domino dizili nokta sayılama testinde (CDC) oluşmuştur. Bunun nedeninin, üst gruptaki başarılı öğrencilerin domino dizili noktaları sayarken aritmetik stratejiler kullanmaları; öğrenme güçlüğü olan alt gruptaki öğrencilerin ise noktaları birer birer sayma yoluna gitmelerinden ve böylece çok zaman harcamış olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Matematik öğrenme güçlüğü çeken öğrencilerinin akranlarına göre daha az gelişmiş stratejiler kullandıkları önceki araştırmalarda da (Butterworth, 2005) rapor edilmiştir. Ancak daha güçlü bir argüman için bu hipotez nitel teknikler kullanılarak incelenmelidir.

Bu araştırmanın amacı, matematik öğrenme güçlüğü yaşayan öğrencileri ayırt etme aracı geliştirmek olduğundan gruplar 4'e ayrılarak ölçme aracının bu işlevi yerine getirip getirmediği ayrıca incelenmiştir. Ayırma işlemi yine matematik başarı testi (MBT) puanı ölçüt alınarak yapılmıştır: MBT puanına göre; alt %10 MLD veya MÖGr, matematik öğrenme güçlüğü riskli; %11-25 arası LA veya DB, düşük başarılı; %26-95 arası TA veya NB, normal başarılı; >%95 olanlar ise HA veya YB, yüksek başarılı olarak belirtilmiştir. Bu şekilde oluşturulan gruplarda yer alan öğrenci sayılarına Tablo 14'te yer verilmiştir.

Tablo 14. MBT puanına göre yapılan gruplamaların sınıflara göre dağılımı

	1. sınıf		2. sınıf		3. sınıf		4. sınıf	
Gruplar	N	%	N	%	N	%	N	%
MÖGr	20	16,0	13	10,3	15	12,4	11	10,1
Düşük başarı	17	13,6	34	27,0	18	14,9	30	27,5
Normal başarı	84	67,2	64	50,8	77	63,6	65	59,6
Yüksek başarı	4	3,2	15	11,9	11	9,1	3	2,8
Toplam	125	100,0	126	100,0	121	100,0	109	100,0

Araştırmanın yürütüldüğü grubun TSİ testlerinden aldıkları puanların gruplara göre fark gösterip göstermediği sınıf bazında incelenmiştir (bknz. Tablo 15-18). Bu hesaplamalar CDC, RDC ve SNC testlerinin İES puanları; MNL testlerinin ise mutlak hata puanları üzerinden yapılmıştır. Mutlak hata, bireylerin verdikleri cevabın doğru cevaba olan uzaklığının mutlak değeri alınarak hesaplanmıştır.

Birinci sınıf öğrencilerinin TSİ testlerinden aldıkları puanların gruplara göre farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Kruskal Wallis testi sonuçları Tablo 15'te yer almaktadır. Buna

göre MNL-1 testi dışındaki tüm testlerde MÖGr ve düşük başarı olarak adlandırılan gruplar ile diğer gruplar arasında fark vardır. Gruplar arasında MNL1 testinden alınan puanlara göre anlamlı bir fark bulunmasa da (χ^2=7,757, p>0,05) bu farkın olmamasının sınır düzeyde yani anlamlılık sınırında olduğu söylenebilir.

Tablo 15. 1. Sınıfların TSİT puanlarının gruplara göre kruskal wallis testi sonucu

Testler	Gruplar	N	Sıra Ort	sd	χ^2	p	Farklı Olan Gruplar
CDC	MÖGr	20	86,05	3	16,196	0,001	MÖGr- NB DB - NB
	DB	17	78,47				
	NB	84	55,35				
	YB	4	42,75				
RDC	MÖGr	20	80,97	3	11,397	0,010	MÖGr- NB DB - NB
	DB	17	78,24				
	NB	84	56,30				
	YB	4	49,00				
SNC	MÖGr	20	93,25	3	24,501	0,000	MÖGr- NB DB - NB
	DB	17	79,82				
	NB	84	52,76				
	YB	4	55,25				
MNL-1	MÖGr	20	81,93	3	7,757	0,051	
	DB	17	67,88				
	NB	84	58,07				
	YB	4	51,25				
MNL-2	MÖGr	20	93,50	3	27,067	0,000	MÖGr- NB, YB DB – NB, YB
	DB	17	80,41				
	NB	84	53,85				
	YB	4	28,75				
MNL-3	MÖGr	20	100,53	3	28,905	0,000	MÖGr- DB, NB, YB
	DB	17	69,85				
	NB	84	53,63				
	YB	4	43,00				

Tablo 16. 2. Sınıfların TSİT puanlarının gruplara göre kruskal wallis testi sonucu

Testler	Gruplar	N	Sıra Ort	sd	χ^2	p	Farklı Olan Gruplar
CDC	MÖGr	13	107,92				
	DB	34	78,53	3	38,910	0,000	MÖGr- DB, NB, YB
	NB	64	52,97				DB – NB, YB
	YB	15	35,87				
RDC	MÖGr	13	97,15				
	DB	34	70,91				MÖGr- DB, NB, YB
	NB	64	58,11	3	19,770	0,000	DB – YB
	YB	15	40,53				
SNC	MÖGr	13	100,85				
	DB	34	72,12				MÖGr- DB, NB, YB
	NB	64	55,44	3	22,055	0,000	DB – NB, YB
	YB	15	46,00				
MNL-1	MÖGr	13	88,04				
	DB	34	72,47				MÖGr- NB, YB
	NB	64	56,08	3	11,701	0,008	DB - NB
	YB	15	53,57				
MNL-2	MÖGr	13	84,42				
	DB	34	66,99				
	NB	64	59,33	3	6,189	0,103	
	YB	15	55,27				
MNL-3	MÖGr	13	89,54				
	DB	34	74,41				MÖGr- NB, YB
	NB	64	53,64	3	14,621	0,002	DB - NB
	YB	15	58,27				

İkinci sınıf öğrencilerinin TSİ testlerinden aldıkları puanların gruplara göre farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Kruskal Wallis testi sonuçlarına göre bu sefer MNL-2 testi dışındaki tüm testlerde MÖGr ve düşük başarılı grup ile diğer gruplar arasında bulunmuştur (bknz. Tablo 16).

Üçüncü sınıf öğrencilerininTSİ testlerinden aldıkları puanların gruplara göre farklılık gösterip göstermediğini anlamak için Kruskal Wallis testi yapılmıştır. Test sonuçlarına yine MNL-1 dışındaki tüm testlerde MÖGr ve düşük başarılı öğrenciler ile diğer gruplar arasında anlamlı bir fark vardır (bknz. Tablo 17).

Dördüncü sınıf öğrencilerinin TSİ testlerinden aldıkları puanların gruplara göre farklılık gösterip göstermediğini anlamak için Kruskal Wallis testi sonuçlarına göre MNL-1 dışındaki tüm testler MÖGr ve düşük başarılı öğrenciler ile diğer grupları anlamlı bir şekilde ayırmaktadır (bknz. Tablo 18).

Tablo 17. 3. Sınıfların TSİT puanlarının gruplara göre kruskal wallis testi sonucu

Testler	Gruplar	N	Sıra Ort	sd	χ^2	p	Farklı Olan Gruplar
CDC	MÖGr	15	86,87				MÖGr- NB, YB
	DB	18	90,56				DB – NB, YB
	NB	77	51,92	3	29,708	0,000	
	YB	11	40,91				
RDC	MÖGr	15	80,40				MÖGr- NB, YB
	DB	18	77,83				DB – NB, YB
	NB	77	56,53	3	14,603	0,002	
	YB	11	38,27				
SNC	MÖGr	15	88,60				MÖGr- NB, YB
	DB	18	70,39				DB – YB
	NB	77	57,06	3	17,341	0,001	
	YB	11	35,55				
MNL-1	MÖGr	15	74,53				
	DB	18	68,03				
	NB	77	58,06	3	4,295	0,231	
	YB	11	51,64				
MNL-2	MÖGr	15	75,73				
	DB	18	73,19				MÖGr- YB
	NB	77	57,92	3	8,497	0,037	
	YB	11	42,50				
MNL-3	MÖGr	15	87,33				MÖGr- NB, YB
	DB	18	78,89				DB – NB, YB
	NB	77	56,29	3	23,815	0,000	NB – YB
	YB	11	28,77				
MNL-4	MÖGr	15	83,60				MÖGr- NB, YB
	DB	18	79,83				DB – NB, YB
	NB	77	57,01	3	22,585	0,000	NB – YB
	YB	11	27,27				

Tüm bu ANOVA sonuçları birlikte değerlendirildiğinde geliştirilen testlerin özellikle matematik öğrenme güçlüğü riski olan bireyleri diğerlerinden ayırmada etkili olduğu görülmektedir. Bu durum, testlerin bu işlemi geçerli bir şekilde yaptığı şeklinde yorumlanabilir.

Tablo 18. 4. Sınıfların TSİT puanlarının gruplara göre kruskal wallis testi sonucu

Testler	Gruplar	N	Sıra Ort	sd	χ^2	p	Farklı Olan Gruplar
CDC	MÖGr	11	87,82	3	20,304	0,000	MÖGr- DB, NB DB – NB
	DB	30	62,68				
	NB	65	45,28				
	YB	3	68,33				
RDC	MÖGr	11	75,82	3	11,422	0,010	MÖGr- NB DB – NB
	DB	30	64,43				
	NB	65	47,18				
	YB	3	53,67				
SNC	MÖGr	11	72,45	3	9,024	0,029	MÖGr- NB DB- NB
	DB	30	63,87				
	NB	65	47,88				
	YB	3	56,67				
MNL-1	MÖGr	11	69,23	3	4,705	0,195	
	DB	30	60,40				
	NB	65	50,56				
	YB	3	45,00				
MNL-2	MÖGr	11	71,41	3	16,008	0,001	MÖGr- NB DB – NB, YB NB – YB
	DB	30	67,98				
	NB	65	48,08				
	YB	3	15,00				
MNL-3	MÖGr	11	80,27	3	16,479	0,001	MÖGr- NB DB- NB
	DB	30	66,28				
	NB	65	46,07				
	YB	3	43,00				
MNL-4	MÖGr	11	90,86	3	26,749	0,000	MÖGr- DB, NB, YB DB – NB
	DB	30	66,47				
	NB	65	44,78				
	YB	3	30,17				

Geçerlilik için yapılan bir diğer işlem de testlerden elde edilen puanlara göre cinsiyetlerin farklılık gösterip göstermediğinin incelenmesidir. Bu amaçla her dört sınıf bazında t testi uygulanmıştır.

Tablo 19. 1. Sınıfların TSİT puanlarının cinsiyete göre karşılaştırması

TSİT	Grup	N	Ortalama	SS	SD	t	p
CDC	Kız	53	91504.89	43439.526	123	1.471	.144
	Erkek	72	78396.69	53063.278			
RDC	Kız	53	134993.88	60894.102	123	1,877	.063
	Erkek	72	117428.62	43796.642			
SNC	Kız	53	55203.18	21290.385	123	1,936	.055
	Erkek	72	47551.79	22234.360			
MNL	Kız	53	379.22	154.455	123	3,121	.002
	Erkek	72	298.51	133.805			

Birinci sınıf öğrencilerinin TSİ testlerinden CDC, RDC, SNC ve MNL testlerinden aldıkları puanların cinsiyete göre farklılık gösterip göstermediği t testi ile incelenmiştir (bknz. Tablo 19). Buna göre MNL testi dışında diğer testlerin puanları cinsiyetlere göre farklılık göstermemektedir. MNL testi puanlarına göre ise kızlar ile erkekler arasında anlamlı bir fark olup ($t=3.121$, $p<0.05$) bu farkın kızlar lehine olduğu görülmektedir. Diğer bir ifadeyle kız öğrencilerin MNL puanları erkeklerin puanlarından daha yüksek olup, bu durum kız öğrencilerin zihinsel sayı doğrusunda tahminlerinin daha hatalı olduğu anlamına gelmektedir. Bu bulgu erkek öğrencilerin kız öğrencilere göre matematikte zaman zaman daha yüksek performans gösterebildikleri bulgusuyla örtüşmektedir.

Tablo 20. 2. Sınıfların TSİT puanlarının cinsiyete göre karşılaştırması

TSİT	Grup	N	Ortalama	SS	SD	t	p
CDC	Kız	63	58452.9376	14090.47003	124	1,293	.198
	Erkek	63	54819.8399	17290.13537			
RDC	Kız	63	93185.0872	18845.38108	124	0,124	.902
	Erkek	63	92776.0619	18304.32445			
SNC	Kız	63	37448.8915	19451.53945	124	0,881	.380
	Erkek	63	35101.7173	8301.22130			
MNL	Kız	63	222.1905	88.89680	124	2,106	.037
	Erkek	63	187.6190	95.27793			

İkinci sınıf öğrencilerinin TSİ testlerinden CDC, RDC, SNC ve MNL testlerinden aldıkları puanların cinsiyete göre farklılık gösterip göstermediğine dair t testi sonuçları Tablo 20'de yer almaktadır. Buna göre yine MNL testi dışında diğer testlerin puanları cinsiyetlere göre farklılık göstermemektedir. İkinci sınıf öğrencileri için de MNL testi puanlarına göre kızlar ile erkekler arasında anlamlı bir fark olup ($t=2.106$, $p<0.05$) bu farkın kızlar lehine olduğu görülmektedir. Yani kız öğrencilerin MNL puanları erkeklerin puanlarından daha yüksek olup, kız öğrencilerin daha hatalı tahminler yaptıkları anlamına gelmektedir.

Tablo 21. 3. Sınıfların TSİT puanlarının cinsiyete göre karşılaştırması

TSİT	Grup	N	Ortalama	SS	SS	t	p
CDC	Kız	57	50927.07	17289.980	119	0,780	.437
	Erkek	64	48407.49	18115.263			
RDC	Kız	57	84415.75	16143.058	119	1.161	.099
	Erkek	64	80256.73	11199.749			
SNC	Kız	57	31227.92	5600.215	119	0.970	.334
	Erkek	64	30286.81	5069.373			
MNL	Kız	57	2507.56	856.209	119	4.525	.000
	Erkek	64	1791.29	880.437			

Tablo 21'de görüldüğü gibi 3. sınıf öğrencilerinde yine yalnızca MNL testi puanlarına göre kızlar ile erkekler arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır ($t=2.106$, $p<0.05$). Puan ortalamaları incelendiğinde bu farkın kızlar lehine olduğu görülmektedir. Yani kız öğrencilerin üçüncü sınıfta da MNL puanları erkeklerin puanlarından daha yüksek olup, kız öğrencilerin daha hatalı tahminler yaptıkları anlamına gelmektedir.

Tablo 22'de görüldüğü gibi 4.sınıf öğrencilerine uygulanan testlerin tümünde kızlar ile erkeklerin puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Testlerin cinsiyete göre grupları ayırıp ayırmadığını incelemek üzere yapılan t testleri incelendiğinde genel itibariyle testlerde alınan puanlara göre kız ve erkek öğrenciler arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Nitekim alanyazında da ilkokul düzeyinde hem matematik başarısının hem de matematik öğrenme güçlüğünün cinsiyetlere göre genellikle bir farklılık göstermediği rapor edilmektedir. Kızlar ve erkekler arası başarı farklarının yine erken yaşlarda çok az olduğu ve ileri yaşlara doğru bu farkın kapandığı bilinmektedir. Ayrıca bu çalışma kapsamında yapılan analizlerde MBT ve TTR testleri ile ölçülen matematik başarısı ve hesaplama performansı da

cinsiyetler arasında anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Buna göre cinsiyetler arasında olmayan ayrımın geliştirilmekte olan testlerce de genel olarak sağlandığı söylenebilir.

Tablo 22. 4. Sınıfların TSİT puanlarının cinsiyete göre karşılaştırması

TSİT	Grup	N	Ortalama	SS	SD	t	p
CDC	Kız	49	40814.1742	12624.51264	106	-.428	.670
	Erkek	59	41781.5465	10868.81868			
RDC	Kız	49	73441.1170	17051.07734	106	-1.688	.098
	Erkek	59	78930.9159	17008.54001			
SNC	Kız	49	27789.8123	4863.73864	106	-1.510	.134
	Erkek	59	29555.2321	6876.45239			
MNL	Kız	49	1728.3469	852.04532	106	.593	.555
	Erkek	59	1630.5085	855.92179			

2.3.4. Yorumlar ve Düzeltmeler

Pilot uygulama sonucunda güvenilirlik ve geçerlik çalışması kapsamında yapılan analizler ve uygulama sırasında öğrencilerden gelen dönütler ve gözlemler doğrultusunda çeşitli düzenlemeler yapılmıştır. TSİ (CDC, RDC, SNC ve MNL) testlerinin ölçülmek istenilen psikolojik özelliği geçerli ve güvenilir bir şekilde ölçtüğüne dair deliller elde edilmiştir. Hazırlanan TSİ testleri matematik başarısını önemli ölçüde yordamaktadır. Ancak MNL2 (0-20 sayı doğrusu) ve RDC testleri hem daha zayıf bir yordama gücüne sahip olduklarından hem de diğer testlerle benzer özellikleri ölçtüğünden dolayı testten çıkarılmasına karar verilmiştir. Diğer testlerin hassasiyetlerini artırmak için ise her birinin soru sayısının artırılmasına karar verilmiştir.

Pilot uygulamada yer alan algısal tahmin (AT/PE) testi, toplam test madde sayısını artırmamak için 5 ile sınırlı tutulmuştu. Ancak, gerek verilerin kişi bazında analiz edilmesi ve gerekse grup medyanları alınarak yapılan analizlerde, madde sayısının 5 olmasının analiz için yeterli veri oluşturamadığı görülmüştür. Bu nedenle PE testinin analiz dışı bırakılmasına karar verilmiştir. Madde sayısının arttırılması da bir çözümdür ancak bu durumda bu alt testin genel olarak testin uygulanmasını zorlaştıracağı düşünülerek testten çıkarılmasına karar verilmiştir. Neticede benzer becerileri ve psikolojik özellikleri ölçen sayı doğrusunda tahmin görevleri testte bulunmaktadır. Çalışmada en temel sayısal becerileri en kısa sürede

ve hassas bir şekilde ölçmek hedeflenmiştir. Bu özellikler geniş kitlelerin kısa sürede taranması amacıyla kullanılacak bir tarama aracında olması gereken özelliklerdendir.

TSİ testlerinden elde edilen puanların matematik başarısını yordama gücüne bakıldığında ilkokulun ilk 2 yılında yani 1. ve 2. sınıfta SNC ve CDC testleri başarı üzerinde daha çok etkili olurken 3. ve 4. sınıfta MNL ve CDC daha çok etkili olduğu ortaya çıkmaktadır. Benzer bir bulgu da MBT puanlarına göre başarı gruplarına ayrılmış gruplar arası farkların analizinden elde edilmiştir. Hazırlanan testlerden özellikle CDC, SNC ve MNL testlerinden elde edilen puanlar MÖGr olarak belirlenen grubu her 4 sınıf düzeyinde de normal başarılı öğrencilerden ayırabilmiştir.

Hem analizlerden elde edilen hem de uygulama sırasında yapılan gözlemler ve dönütler doğrultusunda aritmetik performans bölümünün çıkarılıp, yerine aynı beceriyi ölçen TTR testlerinin kağıt kalem versiyonunun eklenmesinin uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Böylece, testin aritmetik işlemler içeren bölümü (Toplama, Çıkarma ve Çarpma) testten çıkarılmıştır. Bunun yerine aynı işlevleri ölçen Hesaplama Performansı Testinin (TTR) (De Vos, 1992) kağıt kalem uygulaması olarak kullanılmasına karar verilmiştir.

Cinsiyetler arası farklara bakıldığında genel olarak bütün testlerde kız öğrencilerin IES ve toplam mutlak hata puanları erkek öğrencilere göre yüksek olmakla birlikte sadece MNL testinden elde edilen toplam hata puanları bakımından ilk 3 sınıfta istatistiki olarak anlamlı farklar vardır. Bu fark da 4. sınıfta kapanmış görünmektedir. İlkokulun ilk 3 sınıfında neden sayı doğrusunda tahmin becerilerinde erkek ve kız öğrenciler arasında fark olduğu daha ayrıntılı olarak nitel tekniklerin kullanıldığı bir araştırmada incelenmesi önerilebilir.

Bütün veriler birlikte değerlendirildiğinde geliştirilmekte olan testlerin matematik öğrenme güçlüğü ihtimali olan öğrencileri erken tarama ve belirlemede kullanılabilme potansiyeline sahip olduğu söylenebilir. İleride yapılacak araştırmalarda yaş, sınıf, sosyoekonomik düzey ve zeka puanları dikkate alınarak bir norm çalışması yapılabilir. Geliştirilen testlerin farklı matematiksel alt alanlarla ilişkisi araştırılabilir.

2.4. Norm Geliştirme Uygulaması

2.4.1. Amaç ve Gereklilik

Pilot uygulamada hazırlanan testlerin güvenilirlik ve geçerlilik çalışmaları tamamlandıktan sonra bu testlerin yaygın kullanımının sağlanması, bu testlerden elde edilen puanların birey-birey, birey-grup, grup-grup karşılaştırmalarında kullanılabilmesi için bir çalışma daha yapılmalıdır. Bu çalışma norm çalışmasıdır.

6-11 yaş arası Türk çocuklarından matematik öğrenme güçlüğü yaşama riski bulunan ilkokul öğrencilerini belirleyecek, tablet bilgisayar ortamında çalışacak bir ölçme aracı önceki aşamalar sonunda geliştirilmiştir. Bu ölçme aracıyla yapılan uygulama sonunda testlerin ölçtüğü temel matematiksel becerilerde ilkokul çocuklarının performanslarını sınıf düzeylerine göre belirlemek amacı ile önceden belirlenen 12 okuldan ve her sınıf düzeyinden seçilen 487 öğrenci ile Ankara normu denemesi yapılmıştır.

2.4.2. Yöntem

2.4.2.1. Evren ve Örneklem

Araştırmanın son bölümünde sınıf gruplarına ait norm çalışması yapılmıştır. Amaç, gruplara uygun norm çıkarmak olduğundan, bu grupları temsil edecek örneklemlerin alınması gerekir. Norm uygulması için araştırmanın amacına uygun, ön deneme ve pilot uygulamadaki çalışma gruplarına benzer yapıda, farklı bir örneklem alınmıştır. Buna göre 119 birinci sınıf; 120 ikinci sınıf; 120 üçüncü sınıf ve son olarak 119 dördüncü sınıf öğrencisi olmak üzere toplam 478 kişi üzerinde tekrar bir uygulama yapılmıştır.

2.4.2.2. Veri toplama araçları

Norm uygulaması için Matematik Başarı Testi (MBT), Hesaplama Performansı Testi (TTR) ve Temel Sayı İşleme Testleri (TSİT) uygulanmış ve farklı değişkenlere göre grup ortalama ve standart sapmaları belirlenmiştir. Ayrıca, geliştirilen testlere ait (geçerlilik, güvenilirlik gibi) diğer psikometrik özellikler yeniden hesaplanmıştır. Kullanılan TSİT'nin özellikleri Tablo 23'te verilmiştir.

Tablo 23. Norm uygulamasında (TSİT) alt testlerinde bulunan soru sayıları

	Alt Testler	1. sınıf Soru adedi	2. sınıf Soru adedi	3. sınıf Soru adedi	4. sınıf Soru adedi
1	Düzenli Nokta Sayma (CDC)	21	21	21	21
2	Sembolik Sayı Karşılaştırma (SNC)	36	36	36	36
3	Zihinsel Sayı Doğrusu (MNL)				
	0-10 (MNL 1)	9	9	9	9
	0-100 (MNL 3)	24	24	24	24
	0-1000 (MNL 4)			25	25
	Toplam	80	80	115	115

TSİT'nin matematik başarısı ve hesaplama performansı ile ilişkilerini tekrar inceleyebilmek için daha önce kullanılan MBT (Fidan, 2013) ve TTR (De Vos, 1992) yine kullanılmıştır.

2.4.2.3. İşlem

Analizlere başlamadan önce yine veride yer alan uçdeğerler temizlenmiştir. Uç değerlerin belirlenmesinde zamana dayalı hesaplamaya dayanan CDC ve SNC testleri referans alınmıştır.

Tablo 24. Veride uç değer olarak belirlenen test maddeleri

Birey ID	Test Maddeleri	z değerleri	Birey ID	Test Maddeleri	z değerleri	Birey ID	Test Maddeleri	Z değerleri
122052	CDC1	5,76720	124051	SNC1	5,56264	41031	SNC21	5,45288
122042	CDC1	5,22293	104081	SNC2	8,57963	114072	SNC23	6,50943
11072	CDC4	5,66337	44051	SNC3	6,32776	51051	SNC25	8,29749
52071	CDC8	6,85340	124021	SNC9	7,13234	121082	SNC29	10,52629
111042	CDC12	5,51225	92071	SNC9	7,11438	62011	SNC32	6,53840
121012	CDC13	5,19713	12022	SNC12	6,02043	32062	SNC32	6,25765
112032	CDC14	6,41219	82082	SNC13	5,70104	91062	SNC34	7,12248
112062	CDC17	6,27919	13091	SNC16	9,76413	81042	SNC35	10,04519
102012	CDC20	6,31471	113042	SNC17	5,42504	21041	SNC36	7,77725
82091	CDC20	5,70593	91091	SNC19	5,86227	111042	SNC36	7,30675
81091	CDC21	9,54671	83042	SNC21	6,72984			

Not: CDC Testinden silinen toplam hücre sayısı 11, SNC Testinden silinen toplam hücre sayısı 21 olmuştur.

Daha önce bahsedilen yöntemin uygulanmasıyla CDC ve SNC testine dair Tablo 24'te belirtilen toplam 32 maddeye ilişkin birey performansları uçdeğer olarak belirlenmiştir. Bu veriler silinerek kayıp veri olarak kabul edilmiş ve analizler kalan veri üzerinden yürütülmüştür. Bu uygulamada yine sınıflar bazında korelasyon ve regresyon analizleri yapılmıştır. Bu analizler yapılmadan önce analizlerin sayıltıları incelenmiştir.

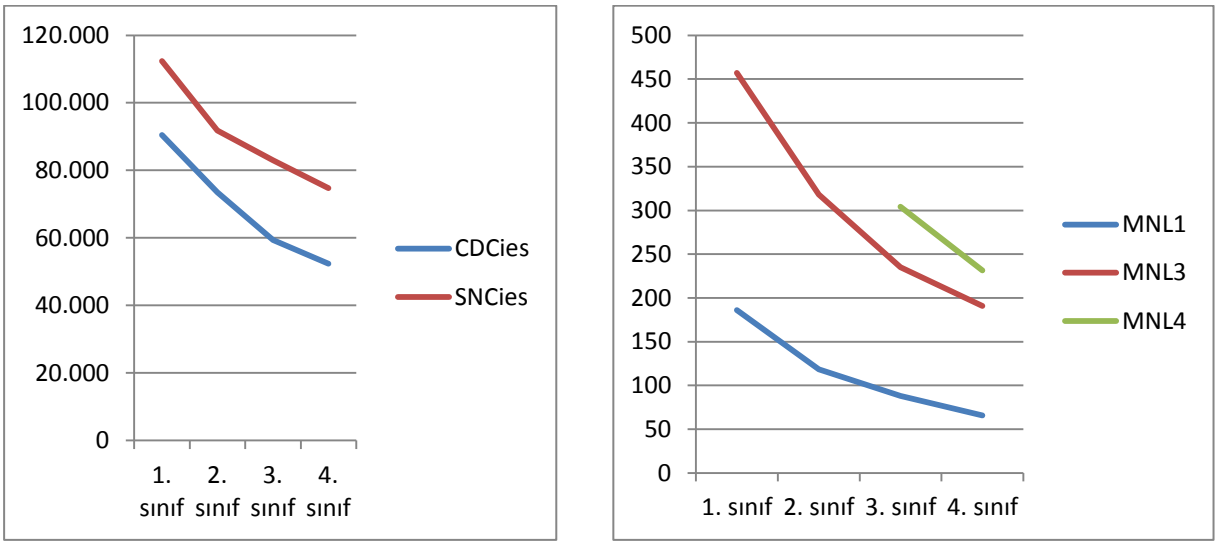
2.4.3. Bulgular

İlk olarak ölçme aracının 119 kişiye uygulanmasıyla elde edilen puanların eğilim ve yığılım ölçüleri belirlenmiş daha sonra bu puanların betimsel özellikleri incelenmiştir. Her sınıf düzeyinde puanlara dair betimsel istatistikler Tablo 24'te yer almaktadır.

Tablo 25. İlkokul öğrencilerinin alt testlerdeki performans ortalama ve standart sapmaları

	1.sınıf			2.sınıf			3.sınıf			4.sınıf		
	N	ORT	SS	N	ORT	SS	N	ORT	SS	N	ORT	SS
CDCies	119	90.50	26.00	120	73.50	20.20	120	59.40	13.40	119	52.400	14.00
SNCies	119	112.40	29.70	120	91.80	24.00	120	83.00	17.40	119	74.700	15.00
MNL1	119	18.62	9.52	120	11.86	7.06	120	8.8	6.89	119	6.57	5.27
MNL3	119	457	209	120	318	170	120	235	138	119	191	103
MNL4							120	3041	1970	119	2315	1480

Tablo 25'te görüldüğü gibi bütün alt testlerde sınıfların düzeyi arttıkça puanların ortalamaları azalmakta, yani öğrencilerin testleri yanıtlama süreleri azalırken doğru yanıtlama oranları artmaktadır. Buna göre öğrencilerin puanları birinci sınıftan dördüncü sınıfa doğru önemli ölçüde gelişmektedir. Aynı verinin grafik gösterimi Şekil 13'te verilmiştir. Özellikle 1. sınıftan 2. sınıfa geçişteki ivmenin diğer sınıflardan daha büyük olduğu söylenebilir. Bu da hazırlanan testlerin öğrencilerin bu becerilerindeki gelişimsel özellikleri ölçtüğünü göstermektedir.



Şekil 13. CDC, SNC ve MNL test başarılarındaki değişim

Betimsel istatistiklerin ardından TSİT'nin uygulandığı 1, 2, 3 ve 4. sınıflardan elde edilen puanlar arasındaki korelasyonlar ve bu korelasyonların anlamlılık düzeyleri incelenmiştir.

Tablo 26. 1. Sınıflara uygulanan testlerden elde edilen puanlara ait korelasyonlar

	MBT	TTR Toplama	CDCies	SNCies	MNL1
TTR Toplama	.468				
p	.000				
CDCies	-.276	-.319			
p	.002	.000			
SNCies	-.146	-.207	.462		
p	.114	.024	.000		
MNL1	-.288	-.253	.271	.038	
p	.001	.006	.003	.685	
MNL3	-.334	-.374	.410	.231	.583
p	.000	.000	.000	.012	.000

Norm uygulama kapsamında 1.sınıflara uygulanan testlerden elde edilen puanlar arasındaki korelasyonlar ve anlamlılık düzeyleri Tablo 26'da verilmiştir. Buna göre SNC testi, MBT ve MNL1 hariç diğer testlerle anlamlı düzeyde ilişkilidir. Bunun dışında tüm testlerin kendi aralarında genelde orta düzeyde ilişki gösterdiği söylenebilir. Ayrıca beklendiği gibi matematik başarı testi ile CDC, SNC ve MNL grubu testleri arasındaki ilişkiler negatifken; TTR testi ile pozitif ilişki göstermektedir.

Tablo 27'de 2.sınıf öğrencilerinden elde edilen puanlar arasında korelasyonlar yer almaktadır. İkinci sınıflara TTR testlerinden yalnızca Toplama ve Çıkarma testleri uygulanmıştır. Bu sınıflar için TTR Toplam ile TTR Bütün ve TTR Çıkarma ile TTR Bütün testleri arasındaki korelasyonlar yorumlanmamıştır. Buna göre TTR testleri grubunun kendi içlerindeki korelasyonları oldukça yüksek, pozitif ve anlamlıdır. MNL1 testinin TTR bütün testi ile gösterdiği ilişki düşük ve anlamlı değildir. Bunun dışında her bir test diğeri ile orta düzeyde ve manidar ilişkiler göstermiştir.

Norm uygulaması kapsamında 3. sınıflara uygulanan testlerden elde edilen puanlar arasındaki korelasyonlar ve anlamlılık düzeyleri Tablo 28'de verilmiştir. Buna göre MBT ile ile diğer testler arasındaki ilişkiler genelde orta düzeyde ve anlamlıdır. TTR testleri grubunun kendi aralarında gösterdikleri ilişkiler pozitif yönde orta ve iyi olarak nitelendirilebilecek düzeydedir.

Tablo 27. 2. Sınıflara uygulanan testlerden elde edilen puanlara ait korelasyonlar

	MBT	TTR Bütün	CDCies	SNCies	MNL1
TTR Bütün	.586				
	.000				
CDCies	-.634	-.536			
	.000	.000			
SNCies	-.477	-.455	.382		
	.000	.000	.000		
MNL1	-.399	-.111	.376	.184	
	.000	.227	.000	.044	
MNL3	-.594	-.346	.364	.246	.345
	.000	.000	.000	.007	.000

Tablo 28. 3. Sınıflara uygulanan testlerden elde edilen puanlara ait korelasyonlar

	MBT	TTR Bütün	CDCies	SNCies	MNL1	MNL3
TTR Bütün	.752					
	.000					
CDCies	-.564	-.495				
	.000	.000				
SNCies	-.358	-.346	.435			
	.000	.000	.000			
MNL1	-.544	-.476	.512	.280		
	.000	.000	.000	.002		
MNL3	-.441	-.342	.378	.319	.406	
	.000	.000	.000	.000	.000	
MNL4	-.529	-.418	.498	.339	.536	.843
	.000	.000	.000	.000	.000	.000

Tüm TTR testlerinin toplamından oluşan TTR bütün testinden elde edilen puanlar ile CDC, SNC, MNL1-MNL3 puanları arasında negatif yönde, orta düzeyde ve anlamlı ilişkiler bulunmaktadır. CDC ies ile SNC, MNL1 ve MNL3 testi puanları arasında pozitif yönde, orta

düzeyde ve anlamlı bir ilişki söz konusudur. Benzer ilişki SNC testi için de söz konusudur. MNL1 ile MNL3 testi puanları arasında pozitif yönde, orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki söz konusudur. MNL1 ile MNL4 testi puanları arasında yine pozitif yönde, orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. MNL3 ile MNL4 testi puanları arasında pozitif yönde, yüksek düzeyde ve anlamlı bir ilişki söz konusudur.

Tablo 29'da yer alan 4.snıf öğrencilerine uygulanan testler arasındaki korelasyonlar incelendiğinde MBT'nin TTR grubu testleri ile pozitif; diğer testler ile negatif ilişki gösterdiği görülmektedir. TTR grubu testlerinin kendi aralarındaki ilişkilerin pozitif yönde ve genelde yüksektir. Anlamlı olmayan istatistik yalnızca MNL1 testinin SNC testi ile korelasyonundan elde edilmiş olup; bunun dışındaki tüm ilişkiler anlamlıdır. MNL3 ile MNL4 testi puanları arasında pozitif yönde, yüksek düzeyde ve anlamlı bir ilişki söz konusudur.

Tablo 29. 4. Sınıflara uygulanan testlerden elde edilen puanlara ait korelasyonlar

	MBT	TTR Bütün	CDCies	SNCies	MNL1	MNL3
TTR Bütün	.706					
p	.000					
CDCies	-.560	-.567				
p	.000	.000				
SNCies	-.358	-.374	.582			
p	.000	.000	.000			
MNL1	-.320	-.196	.317	.111		
p	.000	.033	.000	.229		
MNL3	-.469	-.268	.498	.190	.495	
p	.000	.003	.000	.039	.000	
MNL4	-.511	-.338	.511	.263	.508	.796
p	.000	.000	.000	.004	.000	.000

Tablo 30. Birinci sınıfların matematik başarısının yordanmasına ilişkin sonuçlar

Değişken	B	Standart Hata	Beta	t	p	Kısmi r
Sabit	10,843	,961		11,287	,000	
CDCies	-1,39E-005	,000*	-,149	-1,419	,159	-,276
SNCies	-2,37E-006	,000*	-,029	-,292	,771	-,146
MNL1	-,035	,028	-,138	-1,282	,203	-,288
MNL3	-,002	,001	-,186	-1,637	,104	-,334
R=0,383	R^2=0,147					
F(4,118)=4,909	p=0,001					

* Hata istatisitikleri sıfırdan farklı olmasına rağmen, virgülden sonra üç basamak verildiğinden görünen değerleri sıfırdır.

Araştırmaya katılan 1.sınıf öğrencileri için CDC, SNC ve MNL testlerinden elde edilen puanların matematik başarısının (MBT) yordamasına ilişkin regresyon analizleri Tablo 30'da verilmiştir. CDC, SNC, MNL1 ve MNL3 testleri birlikte matematik başarısı ile orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki vermektedir (R=0,383, R^2=0,15). Birinci sınıflar için yordayıcı değişkenlerle bağımlı değişken arasındaki kısmi korelasyonlar ile yordama katsayılarının anlamlılıklarına göre matematik başarısını açıklamada uygulanan testlerin hiçbirinin matematik başarısını açıklamada önemli birer değişken olmadığını göstermektedir.

Tablo 31. İkinci sınıfların matematik başarısının yordanmasına ilişkin sonuçlar

Değişken	B	Standart Hata	Beta	t	p	Kısmi r
Sabit	20,202	1,034		19,535	,000	
CDCies	-7,20E-005	,000*	-,381	-5,504	,000	-,634
SNCies	-3,56E-005	,000*	-,224	-3,500	,001	-,477
MNL1	-,047	,035	-,087	-1,334	,185	-,399
MNL3	-,008	,001	-,370	-5,656	,000	-,594
R=0,776	R^2=0,603					
F(4,119)=43,652	p=0,000					

* Hata istatisitikleri sıfırdan farklı olmasına rağmen, virgülden sonra üç basamak verildiğinden görünen değerleri sıfırdır.

İkinci sınıflara uygulanan CDC, SNC ve MNL testlerinin matematik başarısının yordamasına ilişkin regresyon analizleri Tablo 31'de görülmektedir. İkinci sınıflar için CDC, SNC, MNL1 ve MNL3 testleri birlikte matematik başarısı ile yüksek düzeyde ve anlamlı bir ilişki vermektedir (R=0,776, R^2=0,603). İkinci sınıflar için yordayıcı değişkenlerle bağımlı değişken arasındaki kısmi korelasyonlar ile yordama katsayılarının anlamlılıklarına göre yalnızca MNL1 testinin kurulan modele anlamlı bir katkı sağlamadığı, diğer testlerin ise matematik başarısındaki değişimi açıklamada önemli olduğu görülmektedir.

Tablo 32. Üçüncü sınıfların matematik başarısının yordanmasına ilişkin sonuçlar

Değişken	B	Standart Hata	Beta	t	p	Kısmi r
Sabit	18,872	1,674		11,277	,000	
CDCies	-8,93E-005	,000*	-,289	-3,221	,002	-,564
SNCies	-2,00E-005	,000*	-,084	-1,068	,288	-,358
MNL1	-,155	,053	-,258	-2,941	,004	-,544
MNL3	-,002	,004	-,056	-,428	,669	-,441
MNL4	,000	,000*	-,171	-1,181	,240	-,529
R=0,669	R^2=0,448					
F(5,119)= 18,519	p=0,000					

* Hata istatisitikleri sıfırdan farklı olmasına rağmen, virgülden sonra üç basamak verildiğinden görünen değerleri sıfırdır.

Üçüncü ve 4. sınıf öğrencileri 1. ve 2. sınıf öğrencilerinden farklı olarak ayrıca MNL4 testlerini almışlardır. Buna göre 3. sınıf öğrencileri için CDC, SNC ve MNL1-3-4 testlerinden elde edilen puanların matematik başarısının yordamasına ilişkin regresyon analizleri Tablo 32'de görülmektedir. Üçüncü sınıflar tüm testler birlikte matematik başarısındaki değişkenliğin %45'ini açıklamaktadır. Standardize edilmiş regresyon katsayılarına göre yordayıcı değişkenlerin matematik başarısına dair değişkenliği açıklamadaki önem sırası CDC, MNL1, MNL4, SNC ve MNL3 testleri şeklindedir. Regresyon katsayılarının anlamlılığına ilişkin t-testi sonuçlarına bakıldığında bu testlerden yalnızca CDC ve MNL1 testlerinin matematik başarısını açıklamaya dair kurulan bu modele anlamlı katkı sağladığı görülmektedir.

Dördüncü sınıf öğrencilerinin CDC, SNC ve MNL1-3-4 testlerinden elde edilen puanların matematik başarısının yordamasına ilişkin regresyon analizleri Tablo 33'te görülmektedir. Dördüncü sınıflar için tüm testler birlikte matematik başarısı ile orta düzeyde bir ilişki vermektedir (R=0,624, R^2=0,389). Tüm testler birlikte matematik başarısındaki

değişkenliğin %39'unu açıklamaktadır. Standardize edilmiş regresyon katsayılarına göre yordayıcı değişkenlerin matematik başarısı üzerindeki önem CDC, MNL4, SNC MNL3 ve MNL1 testleri şeklindedir. Regresyon katsayılarının anlamlılığına ilişkin t-testi sonuçları incelendiğinde ise bu testlerden yalnızca CDC testinin matematik başarısını açıklamaya dair kurulan bu modele anlamlı katkı sağladığı görülmektedir.

Tablo 33. Dördüncü sınıfların matematik başarısının yordanmasına ilişkin sonuçlar

Değişken	B	Standart Hata	Beta	t	p	Kısmi r
Sabit	28,474	2,225		12,797	,000	
CDCies	,000	,000*	-,343	-3,281	,001	-,560
SNCies	-2,96E-005	,000*	-,078	-,847	,399	-,358
MNL1	-,051	,095	-,047	-,541	,590	-,320
MNL3	-,004	,007	-,077	-,607	,545	-,469
MNL4	-,001	,000*	-,230	-1,805	,074	-,511
R=0, 624	R^2=0,389					
F(5,118)= 14.380	p=0,000					

* Hata istatisitikleri sıfırdan farklı olmasına rağmen, virgülden sonra üç basamak verildiğinden görünen değerleri sıfırdır.

Uygulanan testlerin matematik başarısını yordama düzeylerinin yanı sıra aynı testlerin TTR-Bütün testlerini yordama düzeyleri de incelenmiştir. Sınıflara göre TTR-Bütün testlerinin yordanmasına ilişkin çoklu regresyon sonuçları Tablo 34'de verilmiştir.

Tablo 34. Birinci sınıfların TTR-Bütün testinin yordanmasına ilişkin sonuçlar

Değişken	B	Standart Hata	Beta	t	p	Kısmi r
Sabit	19,084	2,141		8,916	,000	
CDCies	-3,55E-005	,000*	-,167	-1,626	,107	-,319
SNCies	-1,27E-005	,000*	-,068	-,703	,484	-,207
MNL1	-,032	,061	-,054	-,513	,609	-,253
MNL3	-,007	,003	-,258	-2,320	,022	-,374
R=0,422	R^2=0,178					
F(4,118)=6,167	p=0,000					

* Hata istatisitikleri sıfırdan farklı olmasına rağmen, virgülden sonra üç basamak verildiğinden görünen değerleri sıfırdır.

Birinci sınıf öğrencileri için CDC, SNC ve MNL testlerinden elde edilen puanların TTR-Bütün testinin yordamasına ilişkin regresyon analizleri Tablo 34'te verilmiştir. Daha önce belirtildiği gibi TTR-Bütün testi diğer TTR testlerinin toplanmasıyla elde edilmiştir. Birinci sınıf öğrencilerine yalnızca TTR-Toplam testi uygulandığından, bu sınıf için TTR-Bütün testi TTR-Toplam testinin kendisidir. Buna göre CDC, SNC, MNL1 ve MNL3 testleri birlikte TTR-Bütün testi ile orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki vermektedir (R=0,422, R^2=0,178). Tüm testler birlikte TTR-Bütün testindeki değişkenliğin %18'ini açıklamaktadır. Standardize edilmiş regresyon katsayılarının anlamlılığına ilişkin t-testi sonuçları incelendiğinde ise bu testlerden hiçbiri birinci sınıfların matematik testindeki değişkenliğin açıklanmasında anlamlı değilken TTR-Bütün test performansını açıklamada yalnızca MNL3 testinin önemli bir değişken olduğu görülmektedir.

Tablo 35. İkinci sınıfların TTR-Bütün testinin yordanmasına ilişkin sonuçlar

Değişken	B	Standart Hata	Beta	t	p	Kısmi r
Sabit	57.118	3.615		15.800	.000	
CDCies	.000	.000*	-.425	-4.990	.000	-.536
SNCies	.000	.000*	-.279	-3.530	.001	-.455
MNL1	.248	.124	.161	2.007	.047	-.111
MNL3	-.011	.005	-.179	-2.218	.029	-.346
R=0,631	R^2=0,398					
F(4,119)=19,035	p=0,000					

* Hata istatisitikleri sıfırdan farklı olmasına rağmen, virgülden sonra üç basamak verildiğinden görünen değerleri sıfırdır.

İkinci sınıflar için TTR-Bütün testi, diğer TTR testlerinden toplama ve çıkarma testlerinin toplanmasıyla elde edilmiştir (bknz. Tablo 35). İkinci sınıflar için CDC, SNC, MNL1 ve MNL3 testleri ile TTR-Bütün testi arasında orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (R=0,631, R^2=0,398). Tüm testler birlikte TTR-Bütün testindeki değişkenliğin %40'ını açıklamaktadır. Standardize edilmiş katsayılarının anlamlılığına ilişkin t-testi sonuçları incelendiğinde ise TTR-Bütün testi performansını açıklamada bütün testlerin anlamlı olduğu görülmektedir.

Üçüncü sınıf için TTR-Bütün testi diğer bütün TTR testlerinin toplamından oluşmaktadır (bknz. Tablo 36). Üçüncü sınıflar için CDC, SNC ve MNL1-3-4 testleri ile TTR-Bütün testi arasında orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (R=0,580, R^2=0,337). Tüm testler birlikte TTR-Bütün testindeki değişkenliğin %34'ünü açıklamaktadır. Standardize edilmiş

regresyon katsayılarının anlamlılığına ilişkin t-testi sonuçları incelendiğinde ise TTR-Bütün test performansını açıklamada matematik testine dair kurulan modelde olduğu gibi yalnızca CDC ve MNL1 testlerinin önemli olduğu görülmektedir.

Tablo 36. Üçüncü sınıfların TTR-Bütün testinin yordanmasına ilişkin sonuçlar

Değişken	B	Standart Hata	Beta	t	p	Kısmi r
Sabit	147.005	12.813		11.473	.000	
CDCies	-.001	.000*	-.258	-2.625	.010	-.495
SNCies	.000	.000*	-.125	-1.444	.151	-.346
MNL1	-1.043	.403	-.249	-2.588	.011	-.476
MNL3	-.005	.030	-.026	-.179	.859	-.342
MNL4	-.001	.002	-.092	-.580	.563	-.418
R=0,580	R^2=0,337					
F(5,119)=11,568	p=0,000					

* Hata istatisitikleri sıfırdan farklı olmasına rağmen, virgülden sonra üç basamak verildiğinden görünen değerleri sıfırdır.

Tablo 37'de görüldüğü gibi , dördüncü sınıflar için CDC, SNC ve MNL1-3-4 testleri ile TTR-Bütün testi arasında orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (R=0,578, R^2=0,334). Tüm testler birlikte TTR-Bütün testindeki değişkenliğin %33'ünü açıklamaktadır. Standardize edilmiş regresyon katsayılarının anlamlılığına ilişkin t-testi sonuçları incelendiğinde ise TTR-Bütün testi performansını açıklamada matematik testine dair kurulan modelde olduğu gibi yalnızca CDC testinin önemli olduğu görülmektedir.

Tablo 37. Dördüncü sınıfların TTR-Bütün testinin yordanmasına ilişkin sonuçlar

Değişken	B	Standart Hata	Beta	t	p	Kısmi r
Sabit	159.853	11.315		14.128	.000	
CDCies	-.001	.000*	-.516	-4.717	.000	-.567
SNCies	.000	.000*	-.056	-.581	.563	-.374
MNL1	-.055	.481	-.010	-.115	.908	-.196
MNL3	.035	.035	.131	.989	.325	-.268
MNL4	-.003	.003	-.158	-1.186	.238	-.338
R=0,578	R^2=0,334					
F(5,119)=11,316	p=0,000					

* Hata istatisitikleri sıfırdan farklı olmasına rağmen, virgülden sonra üç basamak verildiğinden görünen değerleri sıfırdır.

2.4.4. Yorumlar

Norm geliştirme çalışması kapsamında yapılan analizler genel olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, geliştirilmekte olan testlerin ilkokul öğrencilerinin matematik başarılarını yordama gücünün özellikle 2. sınıfta oldukça yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde geliştirilmekte olan testler ile 3. ve 4. sınıfların matematik başarılarındaki varyansın önemli bir kısmı açıklanabilmektedir. Böylece özellikle 2., 3. ve 4. sınıflardaki öğrencilerin zihinsel sayı temsillerinden kaynaklanan bazı sorunlar nedeniyle düşük matematik başarısıyla yaşayabilecekleri söylenebilir.

Birinci sınıflardan toplanan verilerde diğer sınıflara göre daha düşük değerler elde edilmiştir. İlkokul birinci sınıfta başarıyı belirleyebilmenin önündeki engeller oldukça fazladır. Öğrencilerin okumaya dayalı matematik sorularında farklı düzeylerde başarı göstermelerinin başlıca sebebi okumayı yeni öğrenmeleridir. Ayrıca öğrencilerden birçoğu rakamları ve rakamlarla sayıları temsil etmeyi birinci sınıfta öğrenmeye başlamaktadırlar. Bu da okuma/yazma ve sembol içeren testlerde gerçek matematik başarılarının tespit edilebilmesini güçleştirmektedir. Örneğin, bu araştırmada kullanılan ve daha okuma yazma ağırlıklı bir test olan MBT'ye kıyasla okuma yazma gerektirmeyen ve sadece rakam ve işlem işaretlerini bilmeyi gerektiren TTR testine dayalı olarak belirlenen öğrenci başarısı TSİT ile daha çok ilişkili bulunmuştur. Bu nedenle birinci sınıfların farklı paradigmalar ve boylamsal araştırmalarla izlenmesi önerilebilir. Örneğin başarı belirlemesi, okuma yazma gerektirmeyen görevlerle ya da birebir görüşmeler yoluyla yapılabilir. Buna ek olarak matematiği zor öğrendiği gözlenen öğrencilerin TSİT performanslarına bakılabilir.

Korelasyonlar incelendiğinde her ne kadar genelde istatistiksel olarak anlamlı olsa da birinci sınıflardan elde edilen korelasyonların daha düşük olduğu görülmektedir. Diğer sınıflara göre anlamlı olmayan hiçbir korelasyon elde edilmemekle beraber, tüm korelasyonların genel itibariyle orta veya düşük ancak tatmin edici düzeyde olduğu söylenebilir. Gerek regresyon gerekse korelasyonlar değerlendirildiğinde elde edilen sonuçların, ölçme aracının birinci sınıflar için geçerliğine düşük katkıda bulunduğu; ancak diğer sınıflar için oldukça önemli geçerlik kanıtları sunduğu söylenebilir.

2.5. Örnek Uygulama

2.5.1. Amaç ve Gereklilik

Araştırmanın bu aşamasında geliştirilmiş bulunan tarama aracının (TSİT) düşük matematik başarılı öğrencileri ayırıp ayırmadığını kontrol etmek üzere bir örnek uygulama çalışması yapılmıştır.

2.5.2. Yöntem

2.5.2.1. Katılımcılar

Katılımcılar 2, 3 ve 4. Sınıfların her bir düzeyinden 2'şer öğrenci olmak üzere toplam 6 öğrenciden oluşmaktadır. Öğrenciler sınıf öğretmenlerinin görüşlerine dayanılarak seçilmiştir. Öğretmenlerden sınıflarında bulunan ve sadece matematik öğrenmekte zorluk yaşadığını düşündükleri bir öğrenci ile, herhangi bir sorunu olmayan ve normal öğrenen (ortalama) bir öğrenci belirlemeleri istenmiştir.

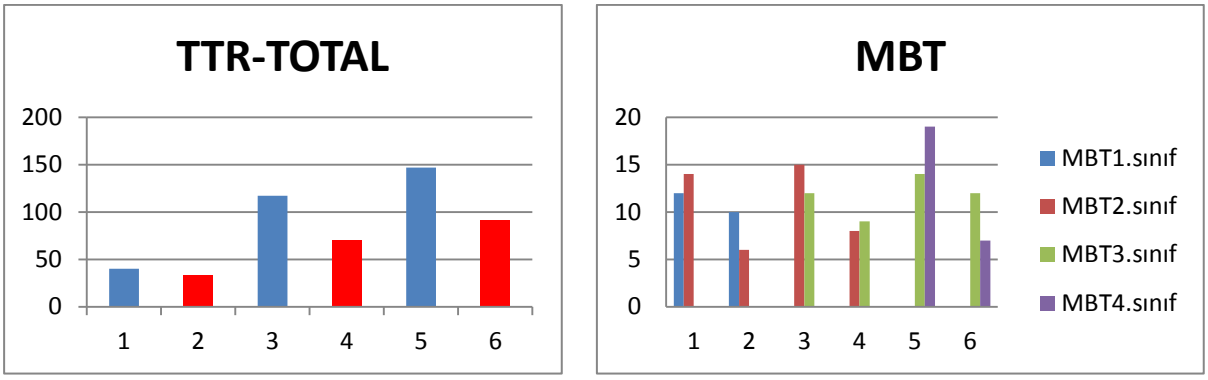
2.5.2.2. Veri toplama araçları ve süreç

Belirlenen 6 öğrenciye ilk olarak TSİT tablet uygulaması bireysel olarak yapılmıştır. Daha sonra öğrencilerin müfredata bağlı bir test olan MBT ile genel matematik başarıları, TTR testi ile de aritmetik performansları ölçülmüştür. Son olarak öğrencilere RAVEN testi uygulanarak genel akademik becerileri ölçülmüştür.

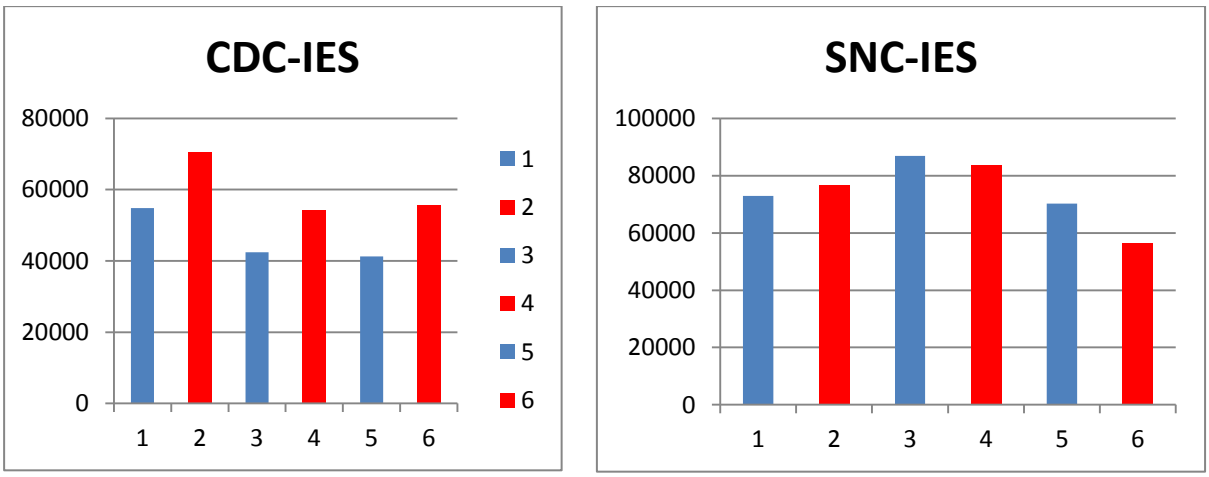
2.5.3. Bulgular

Elde edilen veriler analiz edilerek grafikler halinden sunulmuştur. Grafiklerde yatay eksende verilen 1-6 öğrenci kodlarını göstermektedir. Bir tek sayılı öğrenciler (1-3-5) normal öğrenen öğrencileri, çift sayılı (2-4-6) öğrenciler ise matematikte zorlanan öğrencileri temsil etmektedir. 1 ve 2 nolu öğrenciler 2. sınıf, 3 ve 4 nolu öğrenciler 3. sınıf, 5 ve 6 nolu öğrenciler ise 4. sınıftır.

Şekil 14'te görüldüğü gibi öğretmenlerin düşük başarılı olarak belirtmiş oldukları öğrenciler hem aritmetik performans (TTR) hem de matematik başarı testinde (MBT) normal başarılı olarak belirtilen öğrencilere göre daha düşük puanlar almışlardır.



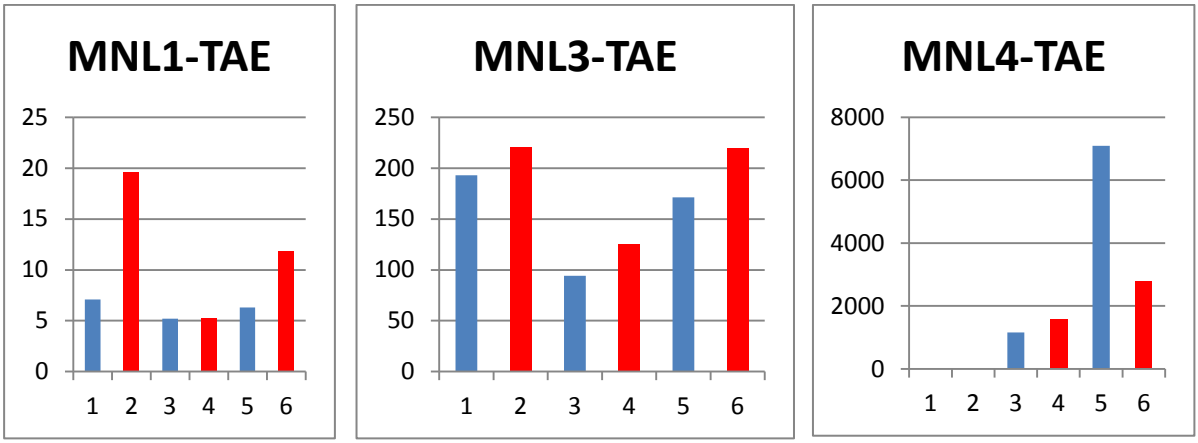
Şekil 14. Öğrencilerin örnek uygulama verilerinin görsel sunumu (TTR ve MBT)



Şekil 15. Öğrencilerin örnek uygulama verilerinin görsel sunumu (CDC ve SNC)

Aynı öğrencilerin TSİT puanları ise Şekil 15'te görülmektedir. Grafiklerin ayrıntılı incelemesinden de görüldüğü gibi her sınıf düzeyinde düşük başarılı olarak belirtilen öğrencilerin domino nokta sayma puanları diğer öğrencilerden daha yüksektir. Öte yandan sadece 2. sınıftaki düşük başarılı öğrencinin sembolik sayı karşılaştırma puanı (SNC-IES) normal başarılı öğrenciden yüksektir. CDC-IES ve SNC-IES puanları ters etkililik puanları olduğu için yükseldikçe daha kötü bir performansı göstermektedir.

Yine TSİT içerisinde bulunan sayı doğrularında tahmin görevlerine ait grafikler ise Şekil 16'da sunulmaktadır. Sadece dördüncü sınıfın MNL4-TAE puanı hariç diğer bütün değerlerde düşük başarılı olarak belirtilen öğrencilerin sayı doğrusunda tahmin (MNL) görevlerinde elde ettikleri puanlar normal başarılı öğrencilerinkinden daha yüksektir. TAE puanları da yine hata puanlarının toplamı olduğundan puan büyüdükçe daha kötü bir performans anlamına gelmektedir.



Şekil 16. Öğrencilerin örnek uygulama verilerinin görsel sunumu (MNL1, MNL3 ve MNL4)

Veriler birlikte değerlendirildiğinde temel sayı işleme görevlerini yapmakta zorlanan öğrencilerin matematik öğrenme güçlüğü yaşama risklerinin çok daha yüksek olduğu sonucuna varılabilir. Ancak 4. sınıf normal başarılı öğrencinin MNL-TAE puanının beklenmedik şekilde yüksek oluşu üzerinde durulması gereken bir konudur. Öğrencinin bu teste gelince yorulmuş olması ya da onu da 0-100 doğrusu gibi değerlendirip çok yanlış işaretlemeler yapmış olması muhtemeldir.

BÖLÜM III: TARTIŞMA ve SONUÇ

CDC, RDC, SNC ve MNL testlerinden oluşan TSİT'nin ölçülmek istenilen psikolojik özelliği geçerli ve güvenilir bir şekilde ölçtüğüne dair deliller elde edilmiştir. TSİT matematik başarısını önemli ölçüde yordayan yapılardır. Özellikle tepki zamanı ve doğru yanıtlardan yola çıkılarak hesaplanan ters etkililik puanları (IES) ile zihinsel sayı doğrusunda mutlak hata puanları toplamı (TAE) kullanışlı olmuştur.

MNL2 (0-20 sayı doğrusu) ve RDC testleri hem daha zayıf yordama gücüne sahip olduklarından hem de diğer testlerle benzer özellikleri ölçtüklerinden dolayı bu testlerin TSİT'inden çıkarılmasına karar verilmiştir. CDC ve RDC testleri karşılaştırıldığında, alt ve üst gruplar arasındaki IES farkının CDC testinde daha fazla olması öğrenme güçlüğü yaşayan öğrencilerin aritmetik işlemlerde zorlandıkları düşüncesini desteklerken (Geary, 2011; Landerl, 2013) bu durumun, şipşak sayılama mekanizmasındaki bozukluktan kaynaklanması da olasıdır (Landerl, Bevan ve Butterworth, 2004). CDC testinde bulunan şipşak sayılama aralığı ve daha büyük sayılardaki noktaları sayma görevlerinin farklı bir analizinde Olkun, Altun, ve Göçer Şahin, (2015) düşük ve normal başarılı öğrencilerin şipşak sayılama becerisinden çok kavramsal şipşak sayılama sayılabilecek, sayı kodlama sistemlerinde farkılıklar olabileceğini bulmuşlardır. Bu bulguların topluca çekirdek yetersizlik hipotezini (Butterworth, 2010) desteklediği söylenebilir.

SNC testinde kullanılan farklı soru tiplerinin yanıtlanma sürelerinde farklılıklar vardır; ancak bu farklılıklar, sınıf düzeyi arttıkça alt ve üst gruptaki öğrencileri ayırt etmede yetersiz kalmıştır. SNC testi ile ilgili sonuçlar, sayılarla ilgili, sembolik sayı karşılaştırma gibi otomatik diyebileceğimiz işlemlerin, matematiksel yeterlilikle daha az ilişkili olabileceğini de düşündürmektedir (Bugden ve Ansari, 2011). Ancak yine de SNC testi ilk iki sınıfta oldukça ayırıcı özelliğe sahiptir.

Diğer testlerin hassasiyetlerini artırmak için ise soru sayıları artırılmıştır. Ayrıca, bir önceki raporda belirtildiği üzere tüm testin kısa ve kullanışlı olması amacıyla testin aritmetik işlemler içeren bölümü tablet testinden çıkarılmıştır. Bunun yerine aynı işlevleri ölçen Hesaplama Performansı Testi (De Vos, 1992) kullanılmasına karar verilmiştir. TTR testi kağıt kalem 5 dakika içinde uygulanabilen bir testtir. Öğrencinin aritmetik işlemlerin hangilerinde yavaş olduğunu ya da akranlarından geri kaldığını belirlemede etkili bir araçtır.

Ölçek geliştirme sürecinde yapılan çalışmalarda TSİ testlerinden elde edilen puanların matematik başarısını yordama gücüne bakıldığında ilkokulun ilk 2 yılında yani 1. ve 2. sınıfta SNC ve CDC testleri başarı üzerinde daha çok etkili olurken 3 ve 4. sınıfta MNL ve CDC daha çok etkili olduğu ortaya çıkmaktadır. Benzer bir bulgu da MBT puanlarına göre başarı

gruplarına ayrılmış gruplar arası farkların analizinden elde edilmiştir. Hazırlanan testlerden özellikle CDC, SNC ve MNL testlerinden elde edilen puanlar MÖGr olarak belirlenen grubu her 4 sınıf düzeyinde de normal başarılı öğrencilerden ayırabilmiştir.

Cinsiyetler arası farklara bakıldığında genel olarak bütün testlerde kız öğrencilerin IES ve toplam mutlak hata puanları (TAE) erkek öğrencilere göre daha yüksek olmakla birlikte sadece MNL testinden elde edilen toplam hata puanları bakımından ilk 3 sınıfta istatistiki olarak anlamlı farklar vardır. Bu fark da 4. sınıfta kapanmış görünmektedir.

İlköğretim öğrencilerinin temel sayı işleme yeterlikleri ve matematik başarıları arasındaki ilişkileri irdelemek üzere uygulanan test ve görevlerin matematik başarısını ölçmede güvenirlik ve geçerlik kanıtları elde edilmiştir. Buna göre, 1 sınıftan 4. sınıfa kadar bazı küçük farklılıklar olmakla birlikte, benzer sonuçlar regresyon analizlerinde de gözlemlenmiştir. Birinci sınıfta, CDC, SNC ve MNL görevlerinin matematik başarısını yordamada anlamlı olmasa da, bunlardan da MNL(toplam)'nin en güçlü yordayıcı olduğu görülmüştür. İkinci sınıfta, CDC SNC ve MNL3 görevlerinin matematik başarısını yordamada anlamlı olduğu, bunlardan da CDC'nin en güçlü yordayıcı olduğu görülmüştür. Üçüncü sınıfta, yalnızca CDC ve MNL1 görevlerinin matematik başarısını yordamada anlamlı olduğu, bunlardan da yine CDC'nin en güçlü yordayıcı değere sahip olduğu görülmüştür. Dördüncü sınıfta, CDC görevinin matematik başarısını yordamada anlamlı olduğu ve bunun aynı zamanda en güçlü yordayıcı olduğu görülmüştür. Tüm bu sonuçlara göre tüm sınıflarda öğrencilerin matematik başarısını açıklamadaki en önemli görevin CDC testi olduğu söylenebilir.

Çalışmada gözlemlenen bir diğer bulgu da, tüm sınıf düzeylerinde, matematik öğrenme güçlüğü riski (MÖGr) olan öğrenciler, kanonik nokta sayma (CDC) görevlerinde daha uzun zaman harcamışlardır. Bu da onların sayı modüllerinde çekirdek bozukluklarının olabileceği anlamına gelebilir (Butterworth ve Laurillard, 2010; Landerl et al., 2004). Aynı zamanda, bu bulgu onların şipşak sayılama mekanizmalarında da yetersizliklerin olduğuna işaret edebilir (Landerl et al., 2004). 3. ve 4. sınıf öğrencilerinin zihinsel sayı doğrusu üzerindeki tahminlerindeki toplam mutlak hataları ile matematik başarı puanları arasındaki negatif korelasyon da öğrencilerin YSS'lerinde de bir sorun olduğuna işaret etmektedir (Sasanguie, De Smedt, Defever, ve Reynvoet, 2011). Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde yine topluca Çekirdek Yetersizlik Hipotezinin desteklendiği söylenebilir.

Matematik öğrenme güçlüğü risk (MÖGr) grubunda olan birinci ve ikinci sınıf öğrencileri sembolik sayı karşılaştırma (SNC) görevlerinde de düşük yeterlikler sergilemişlerdir. Bu bulgu, aynı zamanda matematik bozukluğu riski taşıyan öğrencilerin sembollerden büyüklüğe

erişimde veya tam tersi büyüklüğün sembolleştirilmesinde zorluk yaşayabileceğini göstermektedir, ki bu da bizi erişim eksikliği hipotezine götürmektedir (Gilmore vd., 2010).

Sonuçlardan görüldüğü üzere, CDC birinci sınıftan dördüncü sınıfa kadar tüm düzeylerde matematik başarısının önemli bir yordayıcısı olmaktadır. SNC ise birinci ve ikinci sınıflarda en önemli ikinci yordayıcı olarak görülürken, MNL ise dördüncü sınıflar için güçlü bir yordayan olmuştur. Tüm bu bulgulardan hareketle, CDC, SNC ve MNL görevlerinin matematikte bireysel farklılıkları belirlemede önemli bir izleme aracı olarak kullanılabilecek potansiyelinin olduğunu göstermektedir. Bu hipotezi test etmek üzere, grup karşılaştırma analizleri yapılmıştır. Bu analizler, CDC'nin tutarlı bir biçimde MÖG risk grubunu diğer gruplardan ayırt ettiğini, özellikle de NB ve üst gruplardan ayırt edebildiğini göstermiştir. İkinci ve dördüncü sınıfta, MÖG risk grubunu DB gruplarından ayırt etmektedir. MÖG risk grubunu DB'dan birinci ve üçüncü sınıflarda neden ayırt etmediği ise önemli bir sorudur. Bunun bir sebebi ise DB grubundaki bazı öğrencilerin yanlış yerleştirme sonucu MÖG risk grubunda yer alması olabilir, çünkü burada kullanılan matematik başarı test puanlarının ayırt edici gücü kısmen düşük ya da yanlış kesme puanları üretmiş olabilir. Daha iyi bir ayırt edici hesaplama daha iyi sonuçlar üretebilir.

Kısmen daha az tutarlı olsa da, RDC de MÖG risk gruplarını NB ve YB gruplarından tüm sınıf düzeyleri için ayırt edebilmiştir. Aynı zamanda, MÖG risk grubunu da ikinci sınıflarda DB grubundan ayırt edebilmektedir. CDC'nın MÖG risk grubunu diğer gruplardan ayırt etmede RDC'den daha net sonuç üretmesinin nedeni ne olabilir? Bunun bir açıklaması tüm öğrencilerin dağınık noktaları gruplanacak değil de sayılacak bir küme olarak algılamaları olabilir. Genel anlamda öğrenciler, kanonik olarak sunulan noktaları rasgele sunulanlara göre yarı yarıya daha az bir zamanda sayabilmişlerdir. Kanonik şekilde sunulan noktaları sayarken, üst başarı grubundaki öğrenciler daha düzenli bir gruplama ya da kavramsal şipşak sayma yaparak (Clements, 1999) sayma için gerekli olan aritmetik işlemleri daha kısa bir sürede yapmış olabilirler. Bu hipotezin daha ayrıntılı resim veren nitel tekniklerle test edilmesi gerekmektedir.

MÖG risk grubunu NB ve YB'dan tüm sınıf düzeylerinde ayırt etmede başarılı olan diğer görev ise SNC'dir. SNC aynı zamanda MÖG riski taşıyanları DB'dan yalnızca ikinci sınıfta ayırt edebilmiştir. SNC'nın ayırtedici gücü üçüncü ve dördüncü sınıflarda azalmaktadır. Bu verilere dayanarak ilk ve ikinci sınıflarda özellikle sembol okumanın önemli olduğunu söyleyebiliriz.

MNL tahminlerinden elde edilen toplam mutlak hatalar (TAE), MÖG risk gruplarının diğer üst başarı gruplarındakilere kıyasla tutarlı bir şekilde daha yüksek TAE puanları aldıklarını göstermektedir. Ancak, bu farklılıkların yalnızca bir kısmı bazı sınıf düzeylerinde

istatistiksel olarak anlamlı düzeydedir. Örneğin, MNL1 (0-10 sayı doğrusu) görevi MÖG risk grubunu diğer gruplardan birinci sınıflarda sınırda, ikinci sınıflarda ise istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde ayırabilmektedir. Bu sonuçlar, yine, DB grubundaki bazı öğrencilerin yerleştirmeden kaynaklanan bir hata ile MÖG risk grubunda yer almış olabileceği ihtimalini gündeme getirmektedir. MNL2 (0-20 sayı doğrusu) görevi MÖG risk grubunu NB ve YB gruplardan; DB grubunu da NB ve YB gruplarından birinci sınıfta istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde ayırabilmektedir. Benzer şekilde, DB grubunu NB ve YB gruplarından hem üçüncü hem de dördüncü sınıflarda da ayırt edebilmektedir. MNL3 (0-100 sayı doğrusu) ise MÖG risk grubunu birinci sınıflarda diğer gruplardan; NB ve YB'dan ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıflarda daha tutarlı bir biçimde ayırt etmektedir. MNL4 (0-1000 sayı doğrusu) ise yalnızca üçüncü ve dördüncü sınıflara verilmiştir. Bu test daha net bir biçimde dört alt grubu birbirinden ayırt edebilmiştir. Benzer sonuçlara alanyazında da raslamak mümkündür. Örneğin, Geary, Hoard, Nugent ve Byrd-Craven (2008) MÖG olan çocukların DB ve NB gruplardan daha az doğru bir biçimde sayı doğrusu üzerinde yerleştirme yapabildiklerini göstermiştir.

Tüm bu bulguları birlikte değerlendirmek gerekirse, sonuçların MÖG'nün sayı modülündeki (ya YSS ya da TSS ya da her ikisi) bir eksiklikten ya da sembollerden büyüklüğe erişimden kaynaklandığı görüşünü desteklediği söylenebilir. Özellikle bu sistemlerden biri ya da birkaçında sorun yaşayan öğrencilerin matematiğin hangi alt dallarında daha çok sorun yaşadığı ileriki araştırmalarda incelenebilir. Ayrıca bu becerilerin geliştirilmesi deneysel çalışmalarla araştırılabilir.

Bu sonuçlar aynı zamanda matematikteki öğrenme zorluklarının birinci sınıftan dördüncü sınıflara kadar kanonik nokta sayma, sembolik sayı karşılaştırmalar ve sayı doğrusu tahmin görevleri ile taranabileceğini göstermektedir. Bu görevler müfredattan bağımsız olduklarından ilkokulda her sınıf düzeyinde kullanılabilir.

Elde edilen verilerin tamamı birlikte değerlendirildiğinde temel sayı işleme görevlerini yapmakta zorlanan öğrencilerin matematik öğrenme güçlüğü yaşama risklerinin çok daha yüksek olduğu sonucuna varılabilir. Temel sayı işleme ile matematik başarısı ya da matematik öğrenme arasında nedensel bir ilişki olup olmadığı deneysel çalışmalarla izlenebilir.

Kaynaklar

Antell, S. E., ve Keating, D. P. (1983). Perceptions of numerical invariance in neonates. *Child Development*(54), 695-701.

Attridge, N., Gilmore, C., ve Inglis, M. (2009). *Symbolic addition tasks, the approximate number system and dyscalculia.* Paper presented at the British Society for Research into Learning Mathematics.

Barbaresi, W. J., Katusic, S. K., Colligan, R. C., Weaver, A. L., ve Jacobsen, S. J. (2005). Math learning disorder: incidence in a population-based birth cohort, 1976-82, Rochester, Minn. *Ambulatory Pediatrics, 5*(5), 281-289. doi: 10.1367/A04-209R.1

Booth, J. L., ve Siegler, R. S. (2006). Developmental and individual differences in pure numerical estimation. [Research Support, N.I.H., Extramural Research Support, U.S. Gov't, Non-P.H.S.]. *Dev Psychol, 42*(1), 189-201. doi: 10.1037/0012-1649.41.6.189

Bugden, S., ve Ansari, D. (2011). Individual differences in children's mathematical competence are related to the intentional but not automatic processing of Arabic numerals. *Cognition*, *118*(1), 32-44.

Butterworth, B. (1999). *The Mathematical Brain*. London: McMillian.

Butterworth, B. (2003). *Dyscalculia Screener Manual* (Çeviren, Trans.). The Chiswick Centre, 414 Chiswick High Road, London W4 5TF, UK: nferNelson.

Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *J Child Psychol Psychiatry, 46*(1), 3-18. doi: 10.1111/j.1469-7610.2004.00374.x

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

Butterworth, B. (2010). Foundational numerical capacities and the origins of dyscalculia. *Trends in Cognitive Sciences, 14*(12), 534-541. doi: 10.1016/j.tics.2010.09.007

Clements, D. H. (1999). Subitizing: What is it? Why teach it? *Teaching Children Mathematics*(March), 400-405.

Cohen, L., ve Dehaene, S. (2000). Calculating without reading: Unsuspected residual abilities in pure alexia. *Cognitive Neuropsychology*, *17*(6), 563-583.

Dehaene, S. (2001). Précis of the number sense. *Mind ve language*, *16*(1), 16-36.

Desoete, A., Ceulemans, A., Roeyers, H., ve Huylebroeck, A. (2009). Subitizing or counting as possible screening variables for learning disabilities in mathematics education or learning. *Educational Research Review, 4*(1), 55-66. doi: 10.1016/j.edurev. 2008.11.003

Desoete, A., Ceulemans, A., De Weerdt, F., ve Pieters, S. (2012). Can we predict mathematical learning disabilities from symbolic and non-symbolic comparison tasks in kindergarten? Findings from a longitudinal study. *Br J Educ Psychol, 82*(Pt 1), 64-81. doi: 10.1348/2044-8279.002002

De Vos, T. (1992). Tempo-test rekenen (Number fact retrieval test). Nijmegen: Berkhout.

Feigenson, L., Dehaene, S., ve Spelke, E. (2004a). Core systems of number. *Trends in Cognitive Sciences, 8*(7), 307-314. doi: 10.1016/j.tics.2004.05.002

Feigenson, L., Dehaene, S., ve Spelke, E. (2004b). Origins and endpoints of the core systems of number. Reply to Fias and Verguts. *Trends in Cognitive Sciences, 8*(10), 448-449. doi: DOI 10.1016/j.tics.2004.08.010

Fidan, E. (2013). *İlkokul öğrencileri için matematik dersi sayılar öğrenme alanında başarı testi geliştirilmesi.* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Geary, D. C. (2011). Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: a 5-year longitudinal study. *Developmental Psychology*, *47*(6), 1539.

Geary, D. C. (2007). An evolutionary perspective on learning disability in mathematics. *Developmental Neuropsychology*, *32*(1), 471-519.

Geary, D. C., Hoard, M. K., Nugent, L., ve Byrd-Craven, J. (2008). Development of Number Line Representations in Children With Mathematical Learning Disability. *Developmental Neuropsychology, 33*(3), 277-299. doi: 10.1080/87565640801982361

Gersten, R., Jordan, N. C., ve Flojo, J. R. (2005). Early identification and interventions for students with mathematics difficulties. *Journal of learning disabilities*, *38*(4), 293-304.

Gilmore, C. K., McCarthy, S. E., ve Spelke, E. S. (2010). Non-symbolic arithmetic abilities and mathematics achievement in the first year of formal schooling. *Cognition, 115*(3), 394-406. doi: 10.1016/j.cognition.2010.02.002

Girelli, L., Lucangeli, D., ve Butterworth, B. (2000). The development of automaticity in accessing number magnitude. *J Exp Child Psychol, 76*(2), 104-122. doi: 10.1006/jecp.2000.2564

Heine, A., Tamm, S., De Smedt, B., Schneider, M., Thaler, V., Torbeyns, J., Jacobs, A. (2010). The numerical stroop effect in primary school children: A comparison of low, normal and high achievers. *Child Neuropsychology*(16), 461-477. doi: 10.1080/09297041003689780

Iuculano, T., Tang, J., Hall, C. W., ve Butterworth, B. (2008). Core information processing deficits in developmental dyscalculia and low numeracy. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Developmental Science, 11*(5), 669-680. doi: 10.1111/j.1467- 7687.2008. 00716.x

Izard, V., Pica, P., Spelke, E., ve Dehaene, S. (2008). Exact Equality and Successor Function: Two Key Concepts on the Path towards Understanding Exact Numbers. *Philosophical Psychology, 21*(4), 491-505. doi: 10.1080/09515080802285354

Klahr, D., ve Wallace, J. G. (1976). *Cognitive development and information processing view*. Hillsdale, N.J. and New York: L. Erlbaum Associates.

Landerl, K., (2013). Development of numerical processing in children with typical and dyscalculic arithmetic skills-a longitudinal study.*Front Psychol, 4*, p. 459.

Landerl, K., Bevan, A., ve 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

Lemer, C., Dehaene, S., Spelke, E., ve Cohen, L. (2003). Approximate quantities and exact number words: dissociable systems. *Neuropsychologia, 41*(14), 1942-1958. doi: 10.1016/s0028-3932(03)00123-4

Lipton, J., ve Spelke, E. (2003). Origins of number sense: Large-Number Discrimination in Human Infants. *Psychological Science, 14*(5), 396-401.

Lyon, G. R. (2003). Defining dyslexia, comorbidity teachers'knowledge of reading and writing: A definition of dyslexia.*AnnalsofDyslexia*. *53*, 1-14.

Martins, I., Ferreira, J., ve Borges, L. (1999). Acquired procedural dyscalculia associated to a left parietal lesion in a child. *Child Neuropsychology*, *5*(4), 265-273.

Mazzocco, M. M., Feigenson, L., ve Halberda, J. (2011). Impaired acuity of the approximate number system underlies mathematical learning disability (dyscalculia). *Child Dev, 82*(4), 1224-1237. doi: 10.1111/j.1467-8624.2011.01608.x

McCrink, K., ve Wynn, K. (2004). Large-number addition and subtraction by nine-month-old infants. *Psychological Science, 15*(11), 776-781.

MEB. (2005). *İlköğretim 1-5 sınıflar matematik dersi öğretim programı*. Ankara: MEB.

Moeller, K., Neuburger, S., Kaufmann, L., Landerl, K., ve Nuerk, H. C. (2009). Basic number processing deficits in developmental dyscalculia: Evidence from eye tracking. *Cognitive Development, 24*(4), 371-386. doi: 10.1016/j.cogdev.2009.09.007

Mussolin, C., Mejias, S., ve Noël, M.-P. (2010). Symbolic and nonsymbolic number comparison in children with and without dyscalculia. *Cognition, 115*(1), 10-25. doi:10.1016/j.cognition.2009.10.006

Olkun, S. (2011). Diskalkuli: Hesap Yapabilme Güçlüğü. *Eğitimci(4)*: p. 6-9.

Olkun, S., Altun, A., Cangöz, B., Gelbal, S., ve Sucuoğlu, B. (2012). *Developing Tasks for Screening Dyscalculia Tendencies.* Paper presented at the E-Leader, Berlin.

Olkun, S., Altun, A. ve Gocer Sahin, S. (January, 2015). Beyond subitizing: symbolic manipulations of numbers. *International Journal of Learning, Teaching and*

Educational Research, 10, 1, pp. 93-103. [Online]: Available at http://www.ijlter.org/index.php/ijlter/article/view/192

Randell, J. (2010). *Learning disabilities in children and young people*.

Rousselle, L., ve Noel, M. P. (2007). Basic numerical skills in children with mathematics learning disabilities: a comparison of symbolic vs non-symbolic number magnitude processing. *Cognition, 102*(3), 361-395. doi: 10.1016/j.cognition.2006.01.005

Rubinsten, O., ve Henik, A. (2006). Double dissociation of functions in developmental dyslexia and dyscalculia. *Journal of Educational Psychology, 98*(4), 854-867. doi: 10.1037/0022-0663.98.4.854

Sasanguie, D., De Smedt, B., Defever, E., ve Reynvoet, B. (2011). Association between basic numerical abilities and mathematics achievement. *British Journal of Developmental Psychology*, no-no. doi: 10.1111/j.2044-835X.2011.02048.x

Shalev,R.S. ve Gross-Tsur, V. (2001). Developmental dyscalculia. *Pediatric Neurology, 24*(5), 337-342.

Shalev, R. S. (2004). Developmental Dyscalculia. *Journal of Child Neurology, 19*(10), 765-771.

Shalev, R. S., ve von Aster, M. G. (2008). Identification, classification, and prevalence of developmental dyscalculia *Encyclopedia of Language and Literacy Development* (pp. 1-9). London, ON: Canadian Language and Literacy Research Network.

Siegler, R. S., ve Opfer, J. E. (2003). The development of numerical estimation evidence: Evidence for Multiple Representations of Numerical Quantity. *Psychological Science, 14*(3), 237-243.

Spelke, E. S., ve Kinzler, K. D. (2007). Core knowledge. *Developmental Science, 10*(1), 89-96. doi: 10.1111/j.1467-7687.2007.00569.x

Strauss, M. E., ve Curtis, L. E. (1981). Infant perception of numerosity. *Child Development*(52), 1146-1152.

Xue, F., ve Spelke, E. (2000). Large number discrimination in 6-month-old infants. *Cognition*(74), B1-B11.

von Aster, M. G. ve Shalev, R.S. (2007). Numberdevelopment and developmental dyscalculia*. Dev Med Child Neurol.49*(11): p. 868-73.

Zamarian, L., Ischebeck, A., ve Delazer, M. (2009). Neuroscience of learning arithmetic--evidence from brain imaging studies. *Neurosci Biobehav Rev, 33(6),* 909-925. doi: 10.1016/j.neubiorev.2009.03.005

TÜBİTAK

Tübitak, Proje Özet Bilgi Formu

Proje No: 111K545

Proje Başlığı:6-11 Yaş Türk Çocukları Örnekleminde Diskalkuliye Yatkınlığı Ayırt Etmede Kullanılacak Bir Ölçme Aracı Geliştirme Çalışması

Proje Yürütücüsü ve Araştırmacılar:

Proje Yürütücüsü:
Prof. Dr. Sinan Olkun

Araştırmacılar:
Prof. Dr. Arif Altun
Prof. Dr. Banu Cangöz
Prof.Dr. Nimet Bülbin Sucuoğlu
Prof. Dr. Selahattin Gelbal

Danışman(lar):
Prof. Dr. Selahiddin Öğülmüş

Bursiyer(ler):
Esra Fidan
Funda (Kaçar) Salman
Galip Kaya
Merve (Kaplan) Koştur
Nazife Ayyıldız
Özlem (Sönmez) Çetiner
Sakine Göçer Şahin
Seda Kozan
Tuğçe Gençoğlu
Ülkü Özturan
Zeynep Akkurt Denizli

Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi: TED Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Ziya Gökalp Cad No: 48 Kolej Çankaya/Ankara

Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi: Destekleyen başka kuruluş yoktur.

Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri: 15/03/2012 – 15/03/2015

Öz (en çok 70 kelime)

Çalışmanın amacı ilkokul öğrencilerinde matematik öğrenme güçlüğü riskini belirlemek amacıyla tablet bilgisayar ortamında çalışan bir tarama aracı aracı geliştirmektir. Ankara ilinde farklı ilçelerden seçilen 12 ilkokuldan rasgele belirlenen yaklaşık 480 öğrenci üzerinde deneme ve uygulama çalışmaları yaılmıştır. Çalışma sonunda ilkokul 1. Sınıftan 4. Sınıfa kadar öğrencilerin matematik başarıları ile yüksek düzeyde ilişkili bulunan temel sayı işleme becerileri yoluyla matematik öğrenme güçlüğü riskini geçerli ve güvenilir bir şekilde ölçebilecek bir tarama aracı geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler:matematik öğrenme güçlüğü, temel sayı işelme becerileri, ilkokul

Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu mu? **Evet** ☐ **Gerekli Değil** ☒

Projeden Yapılan Yayınlar:

Sıra	Çıktı türü	Yazarlar	Başlık	Yayın yeri	Durumu*
1	Uluslararası Bildiri	Sinan Olkun, Arif Altun, Banu Cangöz, Selahattin Gelbal, Bülbin Sucuoğlu	Developing Tasks For Screening Dyscalculia Tendencies	E-Leader Berlin 2012 ISSN 1935-4819 http://www.g-casa.com/conferences/berlin/papers/Olkun.pdf	Sunuldu, internette yayımlandı
2	Ulusal bildiri	Sinan Olkun, Arif Altun, Banu Cangöz, Selahattin Gelbal, Bülbin Sucuoğlu	Tablet Bilgisayar Ortaminda Çalişacak Bir Diskalkuli Tarama Yazilimi Geliştirme Ön Çalişmasi	UFBMEK-X, Niğde, 2012	Sunuldu
3	Kitap bölümü	Sinan Olkun	Matematik Öğrenme Güçlükleri / Diskalkuli	Eğiten Kitap: Ankara	Yayımlandı
4	Bildiri	Sinan Olkun, Arif Altun, Selahattin Gelbal, Banu Cangöz, Bülbin Sucuoğlu	Hesaplama güçlüğü (diskalkuli) tarama aracı geliştirme ön çalışması	XII. USOS, Ulusal Sınıf Öğretmenliği Sempozyumu, 23-25 Mayıs 2013	Sunuldu, bildiri kitabında basıldı
5	Uluslararası bildiri	Cangöz, B., Altun, A., Olkun, S., Kaçar, F.	Computer Based Screening Dyscalculia: Cognitive and Neuropsychological Correlates	IETC 2013, Malezya	Sunuldu
6	Uluslararası Hakemli dergide makale	Cangöz, B., Altun, A., Olkun, S., Kaçar, F.	Computer Based Screening Dyscalculia: Cognitive and Neuropsychological Correlates	TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology –	Yayımlandı July 2013, volume 12 issue 3
7	Bildiri	Sinan Olkun, Zeynep Akkurt Denizli, Sakine Göçer Şahin	Öğrencilerin Diskalkuliye Yatkınlıklarının Belirlenmesinde Nokta Sayılama Ve Sayısal Karşılaştırma Becerileri	16-18 Eylül 2013 ICPE-2013 Cratos Premium, Girne Kıbrıs	Sunuldu
8	Bildiri	Sinan Olkun, Nazife Ayyıldız, Hatice Olkun	Diskalkuli riskli çocukların taranmasında sayı doğrusunda	16-18 Eylül 2013 ICPE-2013 Cratos Premium, Girne	Sunuldu

			tahmin becerisinin değerlendirilmesi	Kıbrıs	
9	Bildiri	Sinan Olkun	Matematik Güçlüğü Tarama Aracı	Prof. Dr. MUALLA ÖZTÜRK Anısına, 27. Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı, Sempozyumu, 24 – 25 ŞUBAT 2014, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, 50. Yıl Konferans Salonu, Cebeci Yerleşkesi, ANKARA	Sunuldu
10	Uluslararası Hakemli dergide makale (SSCI)	Sinan Olkun Arif Altun Sakine Göçer Şahin Zeynep Akkurt Denizli	Deficits in basic number competencies may cause low numeracy in primary school children	Eğitim ve Bilim 40 (177), 141-159	Yayımlandı
11	Uluslararası Hakemli dergide makale	Sinan Olkun Zeynep Akkurt Denizli	Temel Sayı İşleme Görevleri Kullanılarak Matematik Bozukluğu Riskli Öğrencilerin Belirlenmesi	Düşünen Adam Dergisi, 2015 Mayıs	Kabul edildi, yayında
12	Bildiri	Sinan Olkun, Arif Altun, Sakine Göçer Şahin	More than subitizing: Symbolic manipulations of numbers (EK2)	SIG 22 : Neuroscience and Education, Almanya	Sunuldu (EK3)
13	Bildiri	Sinan Olkun, Arif Altun, Sakine Göçer Şahin	İlkokul öğrencilerinde matematik öğrenme güçlüğü riskini tarama aracının psikometrik özellikleri	UFBMEK XI-2014	Sunuldu
14	Aday makale	Sinan Olkun, Arif Altun, Sakine Göçer Şahin	Psychometric properties of a dyscalculia screening tool for elementary school students	Journal of Policy and Practice in Intellectual Disabilities	15/01/2015 tarihinde aday makale olarak sunulmuştur
15	Uluslarar	Sinan Olkun,	Beyond	International	January,

	ası Hakemli dergide makale	Arif Altun, Sakine Göçer Şahin	subitizing: symbolic manipulations of numbers, 10, 1, pp. 93-103.	Journal of Learning, Teaching and Educational Research	2015 Yayımlandı [Online]: Available at http://www.ijlter.org/index.php/ijlter/article/view/192 (Bakınız Ek YY)
16	Aday bildiri	Sinan Olkun, Zeynep Akkurt Denizli, Sakine Göçer Şahin	Sembolik sayısal karşılaştırma görevi ile matematik öğrenme güçlüğü riskli öğrencilerin belirlenmesi	Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Sempozyumu (TÜRKBİLMAT-2), Adıyaman, 16-18 Mayıs 2015.	incelemede
17	Aday bildiri	Sinan Olkun, Zeynep Akkurt Denizli	Dot enumeration, symbolic number comparison and mental number line estimation skills in determining students' dyscalculia tendencies	10th International Conference DisCo 2015: From Analog Education to Digital Education, Prague, 22.-24.6.2015.	incelemede