

Temel Sayı İşleme Görevleri Kullanılarak Matematik Bozukluğu Riskli Öğrencilerin Belirlenmesi

Sinan Olkun¹,
Zeynep Akkurt Denizli²

¹Prof. Dr., TED Üniversitesi, Eğitim Fakültesi,
Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalı, Ankara - Türkiye
²Araşt. Gör., Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri
Fakültesi, Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalı,
Ankara - Türkiye

ÖZET

Temel sayı işleme görevleri kullanılarak matematik bozukluğu riskli öğrencilerin belirlenmesi

Amaç: Bu çalışmada, sayı işleme ile ilgili dört çeşit görev içeren basit bir tarama aracı yardımıyla, matematik bozukluğu riskli öğrencilerin belirlenip belirlenemeyeceği araştırılmıştır.

Yöntem: Çalışmada, Türkiye'nin Ankara ilinde bulunan 12 farklı ilkokuldan 1-4. sınıf düzeyindeki 487 öğrenciyi Matematik Başarı Testi ve Temel Sayı İşleme Testleri uygulanmıştır. Genel öğrenme bozukluğu, kaynaştırma öğrencisi ve dikkat eksikliği tanısı olanlar çalışmadan dışlanmıştır. Temel Sayı İşleme Testlerinde; rastgele dizilmiş noktaları sayılama, domino dizilmiş noktaları sayılama, sembolik sayı karşılaştırma ve zihinsel sayı doğrusunda tahmin görevleri kullanılmıştır. Öğrenciler; Matematik Başarı Testi puanlarına göre matematik bozukluğu riskli, düşük başarılı ve normal başarılı olmak üzere gruplara ayrılmışlardır. Bu gruplarda bulunan öğrencilerin Temel Sayı İşleme Testi puanları ayrı ayrı sınıf ortalamaları ile karşılaştırılarak incelenmiştir.

Bulgular: Temel Sayı İşleme Testlerinde sınıf ortalamalarına göre yapılan karşılaştırmalarda, dört sınıf düzeyinde de matematik bozukluğu riskli oldukları varsayılan öğrencilerin, en az bir görev türünde ortalamanın altında oldukları bulunmuştur.

Sonuç: Bulgular, geliştirilen tarama aracının, matematik bozukluğu riskli olan öğrencileri ayırt etmede etkili olabileceğini göstermektedir. Çalışmanın, matematik bozukluğu riskli öğrencilere erken teşhis ve müdahalede bulunabilmek için yararlı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Düşük matematik başarıları, matematik bozukluğu, nokta sayılama, sayı doğrusunda tahmin, sayısal karşılaştırma



ABSTRACT

Using basic number processing tasks in determining students with mathematics disorder risk

Objective: This study investigated whether it was possible to determine the risk of having mathematics disorder with a simple screening tool containing four types of basic number processing tasks.

Method: Mathematics Achievement Tests (MAT) and Basic Number Processing Tests (BNPT) were administered to a total of 487 students from first through fourth grade of 12 different elementary schools in Ankara, Turkey. Students with a general learning disorder, mainstreamed students, and students with diagnosis of attention deficit were excluded from the study. Random dot enumeration, canonic dot enumeration, symbolic number comparison and mental number line estimation tasks were used in Basic Number Processing Tests. Based on Mathematics Achievement Test scores, students were grouped into mathematics disorder risk, low achievement, and typical achievement. Students' Basic Number Processing Tests scores were analyzed one by one in comparison to grade level averages.

Results: Based on these comparisons we found that in all four grade levels, students with mathematics disorder risk got scores lower than grade level mean at least in one Basic Number Processing Test.

Conclusion: These results showed that the developed screening tool has a potential in effectively determining students with mathematics disorder risks. The tool might also be helpful in early diagnosis and intervention of students with mathematics disorder risk.

Key words: Low math achievement, mathematics disorder, dot enumeration, number line estimation, numeric comparison

Yazışma adresi / Address reprint requests to:
Prof. Dr. Sinan Olkun,
TED Üniversitesi, Eğitim Fakültesi,
Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalı,
Kolej/Ankara, Türkiye

Telefon / Phone: +90-312-585-0014

Elektronik posta adresi / E-mail address:
sinan.olkun@tedu.edu.tr

Geliş tarihi / Date of receipt:
14 Ocak 2014 / January 14, 2014

Kabul tarihi / Date of acceptance:
8 Nisan 2014 / April 8, 2014

GİRİŞ

Matematiğe özgü öğrenme güçlüğü”, “aritmetik öğrenme bozukluğu”, “özgül matematik bozukluğu”, “sayı gerçekleri bozukluğu”, “gelişimsel diskalkuli” gibi farklı adlandırmaları olan matematik bozukluğu, öğrencilerin; özellikle sayma ve hesaplama ile ilgili becerileri kazanmada zorlanmalarına, aritmetik işlem yapma ve hatırlamada sorun yaşamalarına (1) ve bunlara bağlı olarak matematik derslerinde akranlarından geride kalmalarına neden olmaktadır (2). Matematik bozukluğu, özellikle; bir “çokluğu sayılama” ve “sembolik sayısal büyüklüğü algılama” gibi basit sayısal işlemleri gerektiren görevlerde oldukça yaygın bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır (3). Bu çalışmada, sayısal işlemler sırasında öğrencilerin zorlanmalarına neden olan matematik bozukluğunun, bu işlemlerle ilgili görevler yoluyla anlaşılabilceği düşüncesinden yola çıkılmış, geliştirilen testlerle matematik bozukluğu riskli öğrencilerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Normal nüfus içinde kimi araştırmacılarca %3-%6.5 (4) diğer bazı araştırmalarda ise %5-%14 (5) sıklıkla görüldüğü belirtilen matematik bozukluğunun nedenleri ile ilgili çeşitli hipotezler ileri sürülmüştür. Bunlardan biri, doğuştan gelen çekirdek yetmezlik hipotezidir. Bu hipoteze göre beyindeki intraparyetal sulkus bölgesinin (6) ya da beyindeki sayı modülünün (3) iyi çalışmaması bireyde matematik öğrenme bozukluğuna neden olmaktadır.

Beyinde sayısal işlevleri yerine getiren temel bir çekirdek sistemin var olduğu ve bu sistemin yaklaşık sayı sistemi (YSS) ve kesin sayı sistemi (KSS) olmak üzere iki alt çekirdek sisteminin olduğu ileri sürülmektedir (7). Bunlardan yaklaşık sayı sisteminde, sayısal büyüklüklerin yaklaşık değerlerinin belirlenebilmesi önemlidir. Bu çekirdek sistemi, sayma ve hesaplama kullanılan sembolik sayı sistemiyle de ilişkilendirilmektedir. Sayı büyüdükçe, özellikle küçük çocuklarda sayının yaklaşık değerinin gösterimi önemli hale gelmektedir. Kesin sayı sistemi adı verilen ikinci çekirdek sisteminde ise sayıların tam değerlerinin gösterilebilmesi önemlidir. Örneğin; az sayıda -genellikle <5- noktalardan oluşan bir çokluğun sayma işlemine gerek duyulmadan kısa sürede ve tam değerleriyle belirlenebilmeleri, ikinci çekirdek sistemi olan KSS ile açıklanmaktadır.

Bireylerin hesaplama güçlüğü yaşamalarının nedeni hakkındaki bir diğer hipotez ise erişim bozukluğu hipotezidir. Bu hipotezde; sayısal büyüklüklerin sembollerle temsil edildiği durumda, sayısal büyüklük-sembol bağlantısının kurulamaması sonucunda matematik bozukluğunun ortaya çıktığı savunulmaktadır (8). Bu hipoteze göre sembolden temsil ettiği çokluğa ya da çokluktan sembolik temsiline erişim konusundaki zorluklar hesaplama güçlüğüne neden olmaktadır.

Öğrencilerde; sayma, sayısal karşılaştırma, sayı doğrusunda tahmin görevlerinde yaşanan sorunlar daha çok çekirdek yetersizlik hipoteziyle açıklanırken (9-10) sembolik matematiğin kullanıldığı bazı çalışmalarda ise matematik bozukluğunun nedeni, erişim bozukluğu hipotezi ile açıklanmaktadır (11). Ortaya çıkış nedenleri, farklı hipotezlerle savunulan matematik bozukluğu, yapılan çalışmalarda çeşitli basit görevler yoluyla belirlenmeye çalışılmaktadır. Bu görevlerden bazıları; nokta sayılama, sembolik sayısal karşılaştırma (Numerical Stroop), analog çokluk karşılaştırma ve sayının göreceli büyüklüğünü tahmin etme şeklinde sıralanabilir (3,12-14). Bu görevlerle karşılaştırılan öğrencilerden, matematik bozukluğu riskli (MBR) olanların, görevlerin bir veya birkaçında güçlük yaşayacakları düşünülmektedir. Bu çalışmada, MBR öğrencileri belirlemek amacıyla; nokta sayılama, sembolik sayısal karşılaştırma ve sayının göreceli büyüklüğünü belirleme görevlerinden biri olan sayı doğrusunda tahmin görevlerine yer verilmiştir.

Nokta Sayılama: Sayısal öğrenme kapasitesini ölçmeye yönelik nokta sayılama işlemi; genellikle 10'dan küçük sayıdaki noktaların mümkün olduğunca hızlı ve doğru bir şekilde sayılarının belirlenmesini gerektirmektedir (15). İnsan beyni, ancak birden üç ya da dörde kadar olan noktaları, sayma işlemi yapmadan algılamaktadır (12). Şipşak sayılama (subitizing) olarak adlandırılan bu durumun, normal başarılı ve matematik bozukluğu olan öğrenciler arasında farklılık gösterdiği ileri sürülmüştür (16). Çocuklarda ve yetişkinlerde 1-4 arasındaki sayıların daha kısa sürede ve hatasız belirlenmesi, çekirdek sayı sistemindeki KSS ile açıklandığından (7) şipşak sayılama mekanizmasındaki bozukluk, çekirdek yetmezlik hipotezine dayandırılmaktadır (9).

Nokta sayısı büyüdükçe, gruplayarak sayma işlemi başladığından şipşak sayılamanın önemi ortaya

çıkılmaktadır. Şipşak sayılama, paralel işleme (parallel processing) ile yapıldığı için lineer işleme (linear processing) ile yapılan sayma işlemine göre daha kısa zamanda yapılabilir (17). Bu nedenle, matematik bozukluğuna yatkınlık belirlenirken dikkate alınması gereken değişkenin, sayılama işlemini yapma süresinin olduğu söylenebilir.

Nokta sayılama işleminde, noktaların dizilişi de önemli bulunmaktadır. Yanyana iki nokta, üçgen şeklinde üç nokta ya da kare şeklinde dört nokta gibi kanonik (domino) dizilmiş noktaların hem sayma hem de şipşak sayılama işlemini hızlandırıcı etkisinin olduğu bilinmektedir (18). Öğrencilerin, hem şipşak sayılama (1'den 4'e) hem de sayma aralığındaki (6'dan 9'a) kanonik dizilmiş noktaların sayısını, rastgele dizilmiş noktalarinkine göre daha kısa sürede belirlemeleri (18), kanonik dizilişin, işlem yapma hızını artırıcı etkisinin olduğunu göstermektedir. Matematik bozukluğu olan öğrencilerin, şipşak sayılamada normal başarılı öğrencilere göre daha fazla zaman harcamaları (16) onların hem kanonik hem de rastgele dizilmiş noktaları, diğer öğrencilere göre daha uzun sürede belirleyeceklerini düşündürmektedir.

Sayısal Karşılaştırma: Bir "çokluğun" bir veya birkaç sembol ile temsil edilebilmesi, matematikte ilerleyebilmenin temelindeki olmazsa olmazlardan biri gibi görünmektedir. Nieder ve Dehaene (19) sayıları rakamlarla temsil edilebilme yeteneğinin insana özgü olduğunu, bunun, insanın matematiksel düşüncesini daha da geliştirebilmesinin yolunu açtığını ve bu sayede insanoğlunun teknolojik gelişmeleri gerçekleştirebildiğini iddia etmektedirler. Bir "çokluğun" rakamlar kullanılarak temsil edilmesi, sembolik düşünmeyi gerektirmektedir. Nesnelere ya da görseller kullanılarak "bire-bir" yani analog olarak temsil edilebilen çokluklar, semboller kullanılarak "bire-çok" temsil edilebilmektedir. Bu haliyle sembolik temsil, analog temsile göre daha soyut düşünmeyi gerektirmektedir. Özellikle, sembol görüldükten sonra sembolün temsil ettiği çokluğa zihinsel erişimin sağlanması sırasında geçecek süredeki değişkenliklerin ilerideki aritmetik becerilerin kazanılmasında kritik bir öneme sahip olduğu savunulmaktadır (20). Bu nedenle, rakamla yazılmış iki sayının karşılaştırılması, aritmetik öğrenme güçlüklerini belirlemede önemli bir görev olarak kullanılmaktadır (21).

Öğrenciler, sayısal karşılaştırma yaparken sayıların fiziksel büyüklüklerinden de etkilenmektedirler.

"Fiziksel büyüklük-sayısal büyüklük etkisi (size-congruity effect)" adı verilen bu etki nedeniyle, öğrenciler, 2 - 9 karşılaştırmasını yaparken 9'un fiziksel olarak 2'den daha büyük olduğu durumlarda, 2'nin fiziksel olarak 9'dan büyük olduğu durumlara göre daha hızlı yanıt vermekte; yani fiziksel büyüklük ile sayı değeri büyüklüğünün örtüşmediği durumlarda daha fazla sorun yaşamaktadırlar (22). Uyumsuz (fiziksel büyüklük ile sayı değeri büyüklüğü örtüşmeyen), nötr (fiziksel büyüklüklerin eşit olduğu) ve uyumlu (fiziksel büyüklük ile sayı değeri büyüklüğü örtüşen) sayı çiftleriyle incelenebilen fiziksel büyüklük-sayısal büyüklük etkisi (23), matematik bozukluğu olan öğrencilerin sayısal karşılaştırma yaparken güçlük yaşamalarına neden olmaktadır (24). Sayısal karşılaştırma görevlerindeki güçlükler, sayısal büyüklük-sembol bağlantısının kurulmadığı durumlarda oluştuğundan erişim bozukluğu hipotezine dayandırılmaktadır (11).

Sayı Doğrusunda Tahmin: Sayının göreceli büyüklüğünü belirlemek için kullanılan araçlardan biri sayı doğrusudur. Matematik eğitimi için kritik bir öneme sahip olduğu düşünülen sayı doğrusu, matematiğin temel bileşenlerinden biri olarak kabul edilmektedir (25). Sayı doğrusunda sayının yaklaşık yerini tahmin görevi, çocukların sayısal büyüklükleri nasıl temsil ettiklerinin incelenmesine olanak sağlayan görevlerden biridir. Sayısal bir değer, sayısal olmayan bir değerle ifade edilmesini gerektiren bu görevle, çocuklardan, bir sayının yalnızca başlangıç ve bitiş noktaları verilmiş olan sayı doğrusu üzerindeki yerini tahmin etmeleri istenmektedir (26). Genellikle, okul öncesi- 2. sınıf düzeyindeki öğrenciler için 0-100, 2-6. sınıf düzeyindeki öğrenciler için 0-1000 aralığındaki sayı doğruları kullanılmaktadır (26).

Eğitimle geliştirilebildiği düşünülen sayı doğrusunda tahmin becerisi, matematik bozukluğu olan öğrencilerde, diğer öğrencilere göre daha yavaş bir gelişim göstermektedir. Birinci sınıf düzeyinde, matematik bozukluğu ve düşük başarı düzeyindeki öğrencilerin tahminlerinin, başarılı öğrencilerin tahminlerine göre istenen sayıya daha uzak olduğu gözlenirken 2. sınıf düzeyinde, matematik bozukluğu olan öğrencilerin küçük bir gelişim gösterdiği; ancak düşük başarı düzeyindeki öğrencilerin daha fazla gelişim göstererek bu defa başarılı

öğrencilerle benzerlik gösterdikleri bulunmuştur (27). Bu durum, matematik bozukluğu olan öğrencilerin, sayı doğrusunda tahmin becerileri ile diğer öğrencilerin tahmin becerileri arasında farkın olduğunu ve bu farkın zaman geçtikçe açıldığını göstermektedir. Bir sayının yaklaşık değerinin gösterimi, sayı hissi ya da çekirdek sistemindeki YSS ile açıklandığından sayı doğrusunda tahmin görevinde yaşanan güçlükler, çekirdek yetmezlik hipotezine dayandırılmaktadır (7).

Araştırmalar, sayı işleme kapasitesini belirlemeye yönelik görevler yardımıyla normal başarılı ve matematik bozukluğu olan öğrencileri karşılaştırmış ve bu öğrenciler arasında farklılıkların olduğunu göstermiştir (13,16). Araştırma sonuçları, matematik bozukluğuna yatkınlığın erken yaşlarda belirlenmesinin önemini ve matematik bozukluğu nedenlerinin daha iyi bir şekilde belirlenmesi için bu konuda daha fazla çalışma yapılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Türkiye’de henüz bu konuda yapılmış bir araştırmaya rastlanmamıştır. Ayrıca, okul çocuklarında matematik bozukluğuna yatkınlığı belirlemek amacıyla yaygın olarak kullanılacak bir araç da bulunmamaktadır. Bu çalışmada, öğretim programına dayalı Matematik Başarı Testinden oldukça düşük puan almış, dolayısıyla matematik bozukluğu riskli olabilecek, ilkökul 1-4. sınıf öğrencilerinin; nokta sayılama, sayısal karşılaştırma ve sayı doğrusunda tahmin görevlerindeki performansları, sınıf ortalamalarına göre karşılaştırılmış ve bu görevlerin MBR öğrencileri belirlemedeki etkisi araştırılmıştır.

YÖNTEM

Araştırma, Üniversite Etik Kurulundan ve Milli Eğitim Bakanlığında gerekli izinler alınarak Ankara ilindeki 12 devlet ilkokulunda yürütülmüştür. Her okulda, tüm sınıf düzeylerinden birer tane olmak üzere rastgele sınıf seçimi yapılmış, daha sonra bu sınıflardan rastgele 12 öğrenci seçilmiştir. Her sınıf düzeyinden 126’şar öğrenciye ulaşmak hedeflenmiştir; ancak uygulama sırasında bazı öğrencilerin devamsızlık yapmaları nedeniyle çalışma, 1-4. sınıf düzeylerinden sırasıyla; 125, 126, 124 ve 112 olmak üzere toplam 487 öğrencinin katılımıyla tamamlanmıştır. Bu öğrencilerden altısı dışlanma ölçütleri gereği olarak dikkat eksikliği, kaynaştırma ya da diğer

öğrenme güçlükleri tanısı olduğundan kapsam dışı bırakılmıştır. Çalışmada analize dâhil edilen öğrenci sayısı; 1. sınıftan 125, 2. sınıftan 126, 3. sınıftan 121 ve 4. sınıftan 109 olmak üzere toplam 481 olmuştur.

Veriler, uygulama konusunda eğitim almış beş araştırma görevlisi tarafından 2013 yılının Mart, Nisan ve Mayıs aylarında yaklaşık iki buçuk ay boyunca toplanmıştır. Araştırmada sırasıyla aşağıdaki testler kullanılmıştır:

Ölçekler

Matematik Başarı Testleri: Fidan ve Olkun (28) tarafından geliştirilmiş, Matematik Başarı Testleri, her sınıf düzeyinde ayrı ayrı olmak üzere öğretim programının (29) “Sayılar” öğrenme alanı kazanımlarına dayalı olarak hazırlanmıştır. Geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları, daha önceden yine Fidan ve Olkun (28) tarafından yapılan Matematik Başarı Testleri; sayı sayma, sayı örüntüleri, dört işlem soru ve problemleri, kesirler gibi konuları içermektedir. Testlerin KR-20 güvenilirlik 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.

Matematik Bozukluğuna Yatkınlığı Belirleme Aracı: Matematik Başarı Testlerinden sonra, öğrencilere, matematik bozukluğuna yatkınlığı belirlemek amacıyla geliştirilen tarama aracı uygulanmıştır. Bu aracın uygulaması, öğrencilerin kendi okullarında, okul idaresi tarafından belirlenen sessiz bir odada gerçekleştirilmiştir. Öğrencilere bire bir ve iki oturumda uygulanan bu araçta; temel sayısal becerileri ölçtüğü önceki araştırmalardan bilinen; Kanonik (Domino) Nokta Sayılama (CDC), Rasgele Nokta sayılama (RDC), Sayısal Stroop (SNC) ve Zihinsel Sayı Doğrusu (MNL) Testleri yer almaktadır. Tablet bilgisayar ortamında hazırlanan bu Temel Sayı İşleme Testleri (TSİT), uygulama esnasında öğrencilerin yanıtları ve yanıtlama sürelerini bir veri dosyasına kaydedebilmektedir.

Kanonik (CDC) ve Rasgele Dizilmiş Nokta Sayılama (RDC) Testleri: Öğrencilerin domino ve rastgele dizilmiş noktaları sayılama sürelerinin,

öğrenme güçlüğü olmayan öğrencilerin daha gelişmiş stratejiler kullanmalarından dolayı, farklı olacağı düşüncesiyle iki farklı nokta sayılama testi kullanılmıştır. CDC ve RDC olarak adlandırılan bu testlerin her birinde 14'er soru bulunmaktadır. Bu testlerde öğrencilerden ekranda gördükleri 3-9 arasındaki noktaların sayısını, yine ekrandaki 0-9 arasındaki rakamları bulunduran numaralar yardımıyla işaretlemeleri istenmiştir.

Sembolik Sayı Karşılaştırma (SNC) Testi:

Rakamla temsil edilen ve fiziksel büyüklükleri farklı olan sayıların karşılaştırılmasını gerektiren SNC Testinde 24 soru bulunmaktadır. Öğrencilerin, ekranda gördükleri sayı çiftinden çok olan sayıya dokunmaları gerekmektedir. Bu testte, karşılaştırılması istenen sayılar, fiziksel büyüklükleri açısından uyumsuz (2, 5'ten daha büyük), nötr (5 ve 7 eşit büyüklüklerde) ve uyumlu (7, 5'ten daha büyük) olacak şekilde hazırlanmış, böylece, bu durumun farklı matematik başarı düzeyinde bulunan öğrenci gruplarını nasıl etkilediğini gözlemlemek amaçlanmıştır.

Zihinsel Sayı Doğrusu (MNL) Testi:

Bu testte 0-10, 0-20, 0-100 ve 0-1000 aralığındaki sayı doğruları kullanılmıştır. 1 ve 2. sınıf düzeyindeki öğrencilere, öğretim programı gereği 1000'e kadar sayamadıkları için 0-1000 aralığındaki sayı doğrusu uygulanmamıştır. MNL Testinde, öğrencilerden ekranda verilen sayının yerini, yalnızca iki ucundaki sayıların verildiği sayı doğrusu üzerinde tahmin etmeleri istenmektedir. Yazılımda görülen ara yüzdeki sayı doğrusuna dokunulduğunda üzerinde dikey, ince bir çizgi belirlemekte ve öğrenciler bu çizgiyi doğru üzerinde sağa sola hareket ettirebilmektedirler. Sayının yerini yaklaşık olarak belirlediklerinde parmaklarını kaldırıp tamam tuşuna tıklamaları gerekmektedir. Daha önceki çalışmalardan (30) önemli olmadığı bilindiğinden, diğer testlerden farklı olarak, bu testte süre tutulmamıştır.

Matematik bozukluğuna yatkınlığı belirlemek amacıyla geliştirilen bu testler uygulanmadan önce, öğrencilerin tablet bilgisayarın özelliklerine alışmalarını sağlamak amacıyla bir alıştırma bölümüne yer verilmiştir. Ayrıca her testin başında, o testle ilgili bilgi verilmiş ve örnek soru maddesi doğru yanıtıyla birlikte sunulmuştur.

Böylece öğrencilerin yanıtlamalarını etkileyecek ilgisiz değişkenlerin en aza indirgenmesi amaçlanmıştır.

İstatistiksel Analiz

Analizlere başlamadan önce veride yer alan uç değerler temizlenmiştir. Uç değerlerin belirlenmesinde, öğrencilerin CDC, RDC, SNC ve MNL Testlerini yanıtlarken harcadıkları zaman göz önünde bulundurulmuştur. Daha sonra, her bir sınıf düzeyinde ayrı ayrı uygulanan Matematik Başarı Testi sonuçlarına göre öğrenciler; matematik bozukluğu riskli (MBR) - düşük başarılı (DB) ve normal başarılı (NB) olmak üzere üç gruba ayrılmışlardır. Gruplama yapılırken her bir sınıf düzeyinde, öğrencilerin; %0-10'u MBR, %11-25'i DB, %26 ve üstü NB olarak belirlenmiştir. Ayrıca, kesme puanı dikkate alınarak bu puanı alan öğrencilerin çoğunluğu hangi gruba dâhilse aynı puanı alan diğer gruptaki öğrenciler de o gruba dâhil edilmişlerdir.

CDC, RDC ve SNC Testleriyle ilgili analizlerde, doğru yanıt oranının yüksek olduğu ve yanıtlama süresi ile yanlış yanıt yüzdesi arasında yüksek korelasyonun bulunduğu zaman kullanılması önerilen, Ters Etkililik Puanı, TEP (Inverse Efficiency Score, IES) (31) kullanılmıştır. TEP, bireylerin testteki maddelerini yanıtlamada harcadıkları toplam sürenin, doğru yanıtladıkları madde yüzdesine bölünmesiyle hesaplanmaktadır. MNL Testi analizleri içinse öğrencilerin, verilen sayıya ilişkin yaptıkları tahminlerinin, sayının gerçek değerlerinden sapmalarının mutlak değerleri alınmış; yani mutlak farkların toplamı hesaplanmıştır. CDC, RDC ve SNC Testleri için yanıtlama süresi (TEP değeri); MNL Testi için ise sayı doğrusundaki tahminlerin istenen sayıdan mutlak farkından elde edilen puanların, Matematik Başarı Testinden elde edilen puanlar ile ters orantılı bir ilişki içinde olması; yani başarı düştükçe testlerdeki puanların yükselmesi umulmaktadır.

Geliştirilen CDC, RDC, SNC ve MNL Testlerinin, MBR öğrencileri, diğer gruplardan ayırıp ayırmadığını görmek amacıyla CDC, RDC ve SNC Testlerinin TEP değerleri, MNL Testinin ise mutlak fark toplamaları t dağılımına dönüştürülmüştür. Böylece MBR öğrencilerin farklı test puanlarını aynı grafikte incelemek mümkün olmuştur. Bu öğrencilerin Matematik Başarı

Tablo 1: Birinci sınıf düzeyinde, MBR oldukları varsayılan öğrencilerin test puanlarının sınıf ortalamasına göre durumu

TESTLER	ÖĞRENCİLER																				TOPLAM
	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8	Ö9	Ö10	Ö11	Ö12	Ö13	Ö14	Ö15	Ö16	Ö17	Ö18	Ö19	Ö20	
CDC	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	x	x	-	-	-	-	-	-	12
RDC	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
SNC	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	15
MNL	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	19

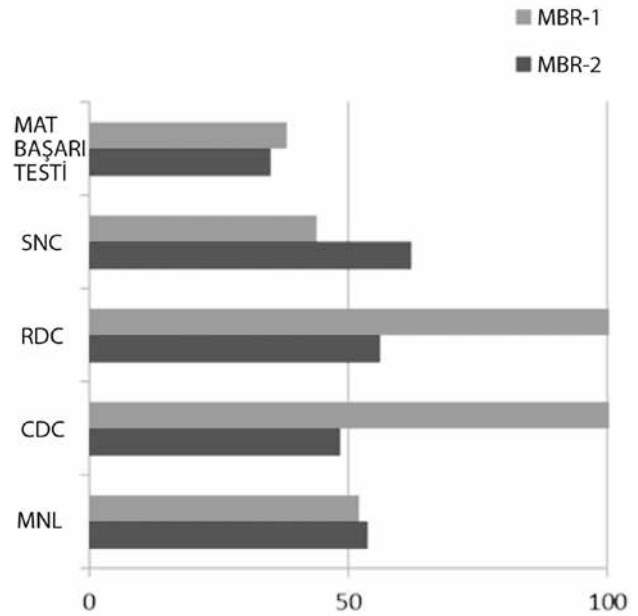
(MBR: Matematik Bozukluğu Riskli, CDC: Kanonik Nokta Sayılama, RDC: Random Nokta Sayılama, SNC: Sembolik Sayı Karşılaştırma, MNL: Zihinsel Sayı Doğrusu, Ö: Öğrenci, Sınıf ortalamasının üzerindeki test puanları "x", altındaki test puanları "-" işareti ile gösterilmiştir.)

Testinden aldıkları puanlar, önce yüzlük sisteme daha sonra da t dağılımına dönüştürülerek MBR oldukları düşünülen her bir öğrencinin, TSİT puanlarının ve Matematik Başarı Testi puanlarının sınıf ortalamasına göre durumları grafiklerle incelenmiştir.

BULGULAR

Yapılan analizler sonucunda, Matematik Başarı Testinden aldıkları puanlara göre alt %10'u MBR, %11-25'i DB, %26 ve üstü NB olarak gruplara ayrılan öğrencilerden MBR olanların sınıflara göre dağılımları; 1. sınıf düzeyinde 20, 2. sınıf düzeyinde 13, 3. sınıf düzeyinde 15 ve 4. sınıf düzeyinde 11 öğrenci olarak gerçekleşmiştir. Bu gruplama işleminden sonra, her bir sınıf düzeyi için MBR öğrencilerin; t dağılımına dönüştürülmüş olan CDC, RDC ve SNC Testlerindeki TEP puanları ve MNL Testindeki mutlak hata farkları ile önce yüzlük daha sonra t dağılımına dönüştürülmüş Matematik Başarı Testinden aldıkları puanlar, grafiklerle incelenmiştir. Böylece, matematik başarılarına göre MBR oldukları varsayılan öğrencilerin; TSİT puanlarının sınıf ortalamasına göre durumu incelenmiş, bu testlerin, MBR öğrencileri ayırmada etkili olup olmadığına bakılmıştır.

Birinci Sınıf Düzeyindeki MBR Oldukları Varsayılan Öğrencilere İlişkin Bulgular: Birinci sınıf düzeyindeki öğrencilerin tüm test puanları grafiklerle karşılaştırılmış ve MBR oldukları düşünülen 20 öğrencinin, TSİT puanlarının sınıf ortalamasına göre durumu Tablo 1'de verilmiştir (Tablo1). Birinci sınıf düzeyinde, 20 öğrenciden yedisinin (Ö1-Ö7) tüm testlerde sınıf ortalamasının üzerinde puanlar aldıkları Tablo 1'de görülmektedir. İki öğrencinin (Ö8 ve Ö9) CDC, RDC ve MNL Testlerinde; iki öğrencinin (Ö10 ve Ö11) RDC, SNC ve MNL Testlerinde; üç öğrencinin (Ö12-Ö14) CDC, SNC ve MNL Testlerinde; üç



Şekil 1: Birinci Sınıf Düzeyinde MBR Olan İki Öğrencinin TSİT Puanlarının Karşılaştırılması

(MAT: Matematik Başarı Testi, SNC: Sembolik Sayı Karşılaştırma, RDC: Random Nokta Sayılama, CDC: Kanonik Nokta Sayılama, MNL: Zihinsel Sayı Doğrusu, MBR: Matematik Bozukluğu Riskli)

öğrencinin (Ö15-Ö17) SNC ve MNL Testlerinde; iki öğrencinin (Ö18 ve Ö19) MNL Testinde sınıf ortalamasının üstünde puanlar aldıkları anlaşılmaktadır. Bir öğrencinin (Ö20) ise tüm test puanlarının sınıf ortalamasının altında olduğu bulunmuştur. Bu durumda, CDC Testini 12, RDC Testini 11, SNC Testini 15 öğrencinin ortalama göre daha uzun sürede yanıtladıkları ortaya çıkmaktadır. MNL Testinde ise 19 öğrencinin mutlak fark puanları, ortalamanın üstünde bulunmuştur.

Şekil 1'de MBR oldukları düşünülen iki birinci sınıf öğrencisinin TSİT puanlarının karşılaştırıldığı grafiğe yer verilmiştir (Şekil 1). Grafikte, birinci öğrencinin (MBR-1); CDC ve RDC Testini ortalama göre

Tablo 2: İkinci sınıf düzeyinde, MBR oldukları varsayılan öğrencilerin test puanlarının sınıf ortalamasına göre durumu

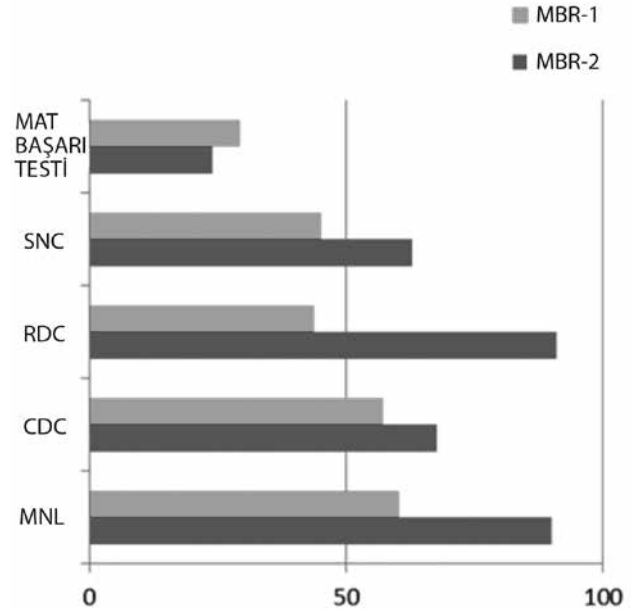
TESTLER	ÖĞRENCİLER													TOPLAM
	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8	Ö9	Ö10	Ö11	Ö12	Ö13	
CDC	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	13
RDC	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	11
SNC	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	11
MNL	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	x	x	10

(MBR: Matematik Bozukluğu Riskli, CDC: Kanonik Nokta Sayılama, RDC: Random Nokta Sayılama, SNC: Sembolik Sayı Karşılaştırma, MNL: Zihinsel Sayı Doğrusu, Ö: Öğrenci, Sınıf ortalamasının üzerindeki test puanları "x", altındaki test puanları "-" işareti ile gösterilmiştir.)

oldukça uzun sürede yanıtladığı görülmektedir. MNL Testinde de ortalamaya göre yüksek puan alan bu öğrencinin SNC Test puanı, ortalamanın altında kalmıştır. İkinci öğrencinin (MBR-2) ise SNC ve RDC Testlerini ortalamaya göre daha uzun; CDC Testini, ortalamaya göre daha kısa sürede yanıtladığı görülmektedir. Bu öğrenci, MNL Testinde de ortalamaya göre daha yüksek puan almıştır. Birinci sınıf düzeyinde, MBR oldukları düşünülen 20 öğrencinin grafikleri incelendiğinde, 19 öğrencinin, bu testlerden en az bir ya da birden çoğunda ortalamanın üstünde puanlar aldıkları bulunmuştur.

İkinci Sınıf Düzeyindeki MBR Oldukları Varsayılan Öğrencilere İlişkin Bulgular: İkinci sınıf düzeyinde, TSİT puanlarının karşılaştırıldığı grafikler incelendiğinde; MBR oldukları düşünülen 13 öğrencinin puanlarının sınıf ortalamasına göre durumu Tablo 2'deki gibi bulunmuştur (Tablo 2). Tablo 2 incelendiğinde, 2. sınıf düzeyinde sekiz öğrencinin (Ö1-Ö8) tüm testlerde; üç öğrencinin (Ö9-Ö11) CDC, RDC ve SNC Testlerinde; iki öğrencinin ise (Ö12 ve Ö13) CDC ve MNL Testlerinde sınıf ortalamasının üzerinde puanlar aldıkları görülmektedir. Başka bir ifadeyle, 2. sınıf düzeyinde MBR oldukları düşünülen tüm öğrenciler, CDC Testini sınıf ortalamasına göre daha uzun sürede yanıtlamışlardır. RDC ve SNC Testlerini 11 öğrenci, ortalamaya göre daha uzun sürede yanıtlarken MNL Testinde 10 öğrenci, ortalamanın üzerinde mutlak fark puanları almışlardır.

Şekil 2'de MBR oldukları düşünülen iki öğrencinin TSİT puanlarının karşılaştırıldığı grafiğe yer verilmiştir (Şekil 2). Bu grafik incelendiğinde, birinci öğrencinin (MBR-1) ise CDC ve MNL Testlerinden ortalamaya göre yüksek puanlar aldığı; ancak SNC ve RDC Testlerinde, ortalamanın altında kaldığı; yani bu testleri ortalamaya göre daha kısa sürede yanıtladığı anlaşılmaktadır. İkinci öğrencinin (MBR-2) ise tüm test

**Şekil 2: İkinci sınıf düzeyinde MBR olan iki öğrencinin TSİT puanlarının karşılaştırılması**

(MAT: Matematik Başarı Testi, SNC: Sembolik Sayı Karşılaştırma, RDC: Random Nokta Sayılama, CDC: Kanonik Nokta Sayılama, MNL: Zihinsel Sayı Doğrusu, MBR: Matematik Bozukluğu Riskli)

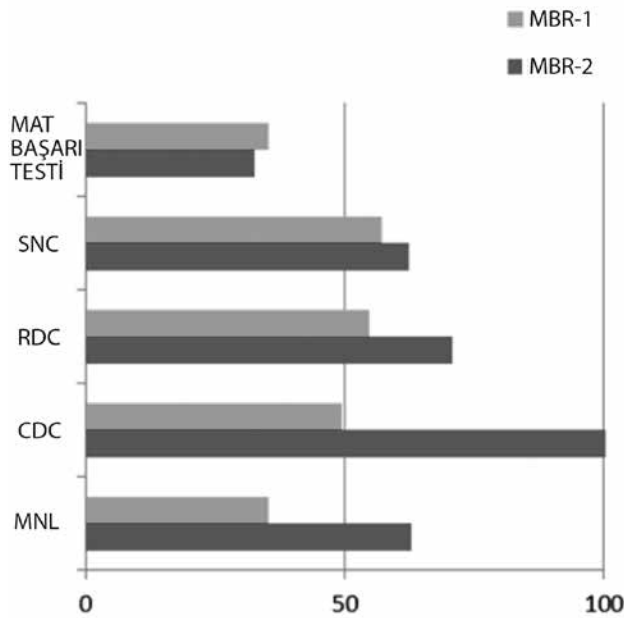
puanlarının sınıf ortalamasının üzerinde olduğu görülmektedir. Bu öğrencinin, RDC ve MNL Testi puanlarının ortalamaya göre oldukça yüksek olduğu söylenebilir. İkinci sınıf düzeyindeki MBR oldukları düşünülen tüm öğrencilerin grafikleri incelendiğinde, öğrencilerin tamamının, testlerin en az ikisinde sınıf ortalamasının üzerinde puanlar aldıkları görülmektedir.

Üçüncü Sınıf Düzeyindeki MBR Oldukları Varsayılan Öğrencilere İlişkin Bulgular: Üçüncü sınıf düzeyinde, MBR olduğu düşünülen 15 öğrencinin TSİT puanları incelenmiş ve puanların sınıf ortalamasına göre durumu Tablo 3 ile sunulmuştur (Tablo 3). Üçüncü sınıf düzeyinde MBR oldukları varsayılan 15 öğrenciden

Tablo 3: Üçüncü sınıf düzeyinde MBR oldukları varsayılan öğrencilerin test puanlarının sınıf ortalamasına göre durumu

TESTLER	ÖĞRENCİLER															TOPLAM
	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8	Ö9	Ö10	Ö11	Ö12	Ö13	Ö14	Ö15	
CDC	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	10
RDC	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	x	x	-	-	-	10
SNC	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	12
MNL	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	x	-	-	10

(MBR: Matematik Bozukluğu Riskli, CDC: Kanonik Nokta Sayılama, RDC: Random Nokta Sayılama, SNC: Sembolik Sayı Karşılaştırma, MNL: Zihinsel Sayı Doğrusu, Ö: Öğrenci, Sınıf ortalamasının üzerindeki test puanları "x", altındaki test puanları "-" işareti ile gösterilmiştir.)

**Şekil 3: Üçüncü sınıf düzeyinde MBR olan iki öğrencinin TSİT puanlarının karşılaştırılması**

(MAT: Matematik Başarı Testi, SNC: Sembolik Sayı Karşılaştırma, RDC: Random Nokta Sayılama, CDC: Kanonik Nokta Sayılama, MNL: Zihinsel Sayı Doğrusu, MBR: Matematik Bozukluğu Riski)

yedisinin (Ö1-Ö7) tüm test puanlarının sınıf ortalamasının üstünde olduğu; yani CDC, SNC ve RDC Testlerini sınıf ortalamasına göre daha uzun sürede yanıtladıkları, MNL Testinde ise mutlak fark puanlarının sınıf ortalamasından yüksek olduğu Tablo 3'te görülmektedir. İki öğrencinin (Ö8 ve Ö9) CDC, SNC ve MNL Testlerinde; bir öğrencinin (Ö10) CDC, RDC ve SNC Testlerinde; iki öğrencinin (Ö11 ve Ö12) RDC ve SNC Testlerinde ve bir öğrencinin (Ö13), yalnızca MNL Testinde; sınıf ortalamasından yüksek puanlar aldıkları anlaşılmaktadır. Geriye kalan iki öğrencinin (Ö14 ve Ö15) ise tüm testlerde, sınıf ortalamasının altında kaldıkları bulunmuştur. Başka bir ifadeyle, CDC, RDC ve MNL

Testlerinde, 10 öğrenci sınıf ortalamasına göre daha yüksek puanlar alırken SNC Testinde 12 öğrenci ortalama göre daha yüksek puanlar almışlardır.

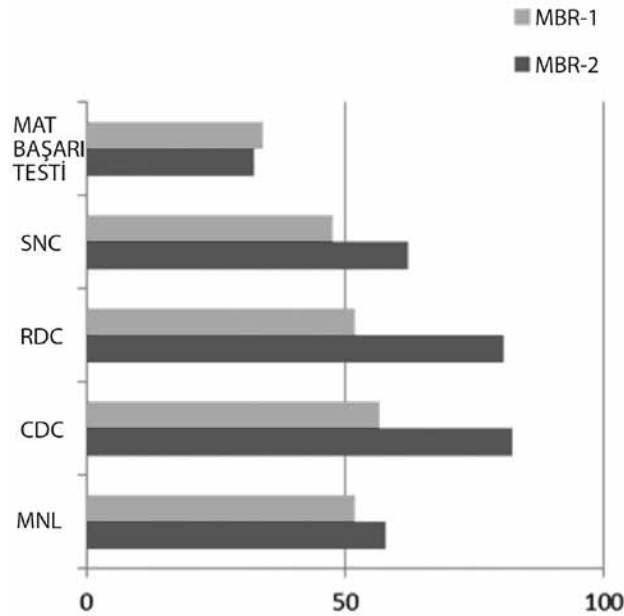
Üçüncü sınıf düzeyindeki MBR oldukları varsayılan iki öğrenciye ait grafik Şekil 3'te örnek olarak sunulmuştur (Şekil 3). Grafik incelendiğinde, matematik başarısına göre MBR olduğu varsayılan birinci öğrencinin (MBR-1), SNC ve RDC Testlerini sınıf ortalamasına göre daha uzun sürede yanıtladığı, diğer testlerde ise ortalamasının altında kaldığı anlaşılmaktadır. Diğer öğrencinin (MBR-2) ise tüm TSİT puanlarının sınıf ortalamasının üstünde olduğu görülmektedir. Bu öğrenci, CDC Testini ortalama göre oldukça uzun sürede tamamlamıştır. Üçüncü sınıftaki MBR oldukları varsayılan öğrencilerin tümünün grafikleri incelendiğinde, 15 öğrenciden 13'ünün bu testlerin en az birinden sınıf ortalamasının üstünde puanlar aldıkları bulunmuştur.

Dördüncü Sınıf Düzeyindeki MBR Oldukları Varsayılan Öğrencilere İlişkin Bulgular: MBR oldukları düşünülen 4. sınıftaki 11 öğrencinin TSİT puanları grafiklerle incelenmiş, öğrencilerin puanların sınıf ortalamasına göre durumu Tablo 4'te verilmiştir (Tablo 4). Dördüncü sınıf düzeyinde MBR oldukları varsayılan 11 öğrenciden yedisinin (Ö1-Ö7) tüm test puanlarının sınıf ortalamasının üzerinde olduğu Tablo 4'te görülmektedir. Bu öğrenciler; CDC, RDC ve SNC Testlerini, sınıf ortalamasına göre daha uzun sürede yanıtlayarak daha yüksek puanlar almışlar ve MNL Testinde yine sınıf ortalamasına göre daha yüksek puan almışlardır. Bir öğrencinin (Ö8) CDC, RDC ve MNL Testlerinde; bir öğrencinin (Ö9) CDC ve MNL; iki öğrencinin (Ö10 ve Ö11) ise yalnızca MNL Testinde sınıf ortalamasının üzerinde puanlar aldıkları bulunmuştur. Bu sınıf düzeyinde, MBR oldukları varsayılan tüm öğrencilerin, MNL Testinden ortalamasının üzerinde puanlar aldıkları görülmektedir. CDC Testinden dokuz, RDC

Tablo 4: Dördüncü sınıf düzeyinde MBR oldukları varsayılan öğrencilerin test puanlarının sınıf ortalamasına göre durumu

TESTLER	ÖĞRENCİLER											TOPLAM
	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8	Ö9	Ö10	Ö11	
CDC	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	9
RDC	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	8
SNC	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	7
MNL	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	11

(MBR: Matematik Bozukluğu Riskli, CDC: Kanonik Nokta Sayılama, RDC: Random Nokta Sayılama, SNC: Sembolik sayı Karşılaştırma, MNL: Zihinsel Sayı Doğrusu, Ö: Öğrenci, Sınıf ortalamasının üzerindeki test puanları "x", altındaki test puanları "-" işareti ile gösterilmiştir.)

**Şekil 4: Dördüncü sınıf düzeyinde MBR olan iki öğrencinin TSİT puanlarının karşılaştırılması**

(MAT: Matematik Başarı Testi, SNC: Sembolik sayı Karşılaştırma, RDC: Random Nokta Sayılama, CDC: Kanonik Nokta Sayılama, MNL: Zihinsel Sayı Doğrusu, MBR: Matematik Bozukluğu Riskli)

Testinden sekiz ve SNC Testinden ise yedi öğrenci ortalamasının üzerinde puan almışlardır.

Dördüncü sınıf düzeyindeki MBR oldukları düşünülen iki öğrenciye ait grafik, Şekil 4'te örnek olarak sunulmaktadır (Şekil 4). Grafikte, birinci öğrencinin (MBR-1) öğrencinin CDC ve RDC Testini sınıf ortalamasına göre daha uzun sürede yanıtladığı; MNL Testinde ise yine ortalamaya göre daha yüksek mutlak fark puanının olduğu anlaşılmaktadır. Bu öğrencinin SNC Testini ortalamaya göre daha kısa sürede yanıtladığı görülmektedir. Diğer öğrencinin (MBR-2) ise CDC, RDC ve SNC Testlerini sınıf ortalamasına göre uzun sürede yanıtladığı ve MNL Testindeki mutlak fark puanlarının yine

ortalamaya göre daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Dördüncü sınıf düzeyinde MBR oldukları varsayılan 11 öğrencinin grafikleri incelendiğinde, öğrencilerin tamamının en az bir test puanının sınıf ortalamasının üzerinde olduğu bulunmuştur.

Araştırmada, ilkökul 1. sınıf düzeyinde MBR oldukları varsayılan 20 öğrenciden yedisinin, 2. sınıf düzeyinde 13 öğrenciden sekizinin 3. sınıf düzeyinde 15 öğrenciden yedisinin ve 4. sınıf düzeyinde 11 öğrenciden yedisinin tüm TSİT puanlarının ortalamasının üzerinde olması, her bir sınıf düzeyinde, MBR oldukları varsayılan öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun matematik bozukluğuna yatkınlığı belirlemeye yönelik görevlerin tamamında güçlük yaşadıklarını göstermektedir. Başka bir ifadeyle, bu öğrenciler, CDC, RDC ve SNC Testlerini sınıf ortalamasına göre daha uzun sürede yanıtlamışlar; MNL Testinde ise sınıf ortalamasına göre sayı doğrusunda istenen sayıya daha uzak tahminlerde bulunmuşlardır. Ayrıca; 2 ve 4. sınıf düzeylerinde MBR oldukları varsayılan tüm öğrencilerin; 1. sınıf düzeyinde 20 öğrenciden 19'unun (%95'inin) ve 3. sınıf düzeyinde 15 öğrenciden 13'ünün (%87'sinin) bu testlerin en az birinde sınıf ortalamasının üzerinde puan almaları, bu öğrencilerin, matematik bozukluğuna yatkınlığı belirlemek için hazırlanan görevlerin en az birinde güçlük yaşadıklarını göstermektedir.

TARTIŞMA

Araştırmada elde edilen bulgular, geliştirilen tarama aracının MBR öğrencileri belirlemede etkili olabileceğini göstermektedir. Tüm sınıf düzeylerinde, MBR öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun CDC, RDC, SNC ve MNL Testlerinde sınıf ortalamalarının üzerinde puan almaları, bu testlerinin MBR olan öğrencileri ayırıcı

özelliklerinin olduğunu göstermektedir.

CDC ve RDC Testlerinde, çekirdek sistemindeki KSS ile açıklanan nokta sayılama görevleri yer almaktadır. MBR oldukları varsayılan öğrencilerin, bu testleri sınıf ortalamasına göre daha uzun sürede yanıtlamaları, beyindeki sayı modülünün zarar görmesi ya da gelişimsel bozukluk göstermesi (32) ile açıklanan çekirdek yetmezliği hipotezini (9) destekler gibi görünmektedir. Bu öğrencilerin, hem kanonik hem de rastgele dizilmiş noktaları, ortalamaya göre daha uzun sürede belirlemeleri, MBR olan öğrencilerin şipşak sayılama mekanizmalarında bozukluk olabileceğini düşündürmektedir (9).

Sembolle temsil edilen farklı iki sayının karşılaştırılması görevini içeren SNC Testini yanıtlarken MBR oldukları varsayılan öğrencilerin güçlük yaşamaları, bu öğrencilerin, fiziksel büyüklük-sayısal büyüklük etkisi altında kaldıklarını göstermektedir. Bu durumun, büyüklük-sembol bağlantısının kurulamadığı durumlarda oluştuğundan, erişim bozukluğu hipotezine dayanılabilir (11).

Çekirdek sistemindeki YSS ile açıklanan sayı doğrusunda tahmin görevinde MBR öğrencilerin güçlük yaşamaları yine çekirdek yetmezlik hipotezini desteklemektedir (33). Zamanla geliştirilebileceği düşünülen sayı doğrusunda tahmin becerisinin (13,27) MBR oldukları varsayılan öğrencilerin birçoğunda sınıf ortalamasına göre daha az gelişmiş olduğunun bulunması, sayı doğrusunda tahmin görevinin, MBR öğrencileri ayırt edebildiğini göstermektedir.

Araştırmada, MBR olduğu düşünülen bazı öğrencilerin testlerin bazılarında güçlük yaşamamış olmaları, dikkate alınması gereken bir bulgu niteliğindedir. Bu bulgu, üç açıdan önemli bulunmaktadır: 1) Matematik bozukluğu riskli öğrenciler, bozukluğu belirlemeye yönelik her görevde güçlük yaşamayabilirler. 2) Farklı

görev türlerine mümkün olduğunca bir arada yer verilmesi, MBR öğrencilerin belirlenmesi açısından önemli olabilir. 3) Matematik bozukluğu riskli olmanın bu testlerle ölçülemeyen başka nedenleri olabilir. Ayrıca, DB grupta olması gereken bazı öğrencilerin analizlerde kesme puanı ile belirlenen gruplamada MBR oldukları varsayılan gruba dâhil edilmiş olma olasılıkları vardır. Başka bir deyişle; MBR gruptan testlerde güçlük yaşamayan öğrencilerin DB grupta olma olasılıkları da dikkate alınmalıdır. Bu grupların ayırımından emin olduğunda araştırmada geliştirilen testlerin daha etkili sonuçlar vereceği düşünülebilir. Ayrıca, farklı bir kesme puanı alınması durumunda daha hassas sonuçlar elde etmek mümkün olabilir. Buna rağmen en alt gruplardaki öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun bu testlerde, diğer gruplara göre daha başarısız olmaları, testlerin, MBR öğrencilere erken teşhis ve müdahalede bulunabilmek için yararlı olabileceğini göstermektedir.

Az sayıda da olsa bazı öğrencilerin kullanılan bütün testlerde normal sınırlarda puan almalarına rağmen matematik başarıları hala düşük olabilmektedir. Bir yandan bu öğrencilerin matematik başarı puanları yanlış ölçülmüş olabileceken diğer yandan testlere dâhil edilmesi gereken başka görevler de olabilir. Örneğin; yine çekirdek yetmezlik hipotezi içinde kalan, hem tam sayı hem de yaklaşık sayı sistemini ölçmeye dönük ve analog çokluklar içeren sayısal karşılaştırmalar (34) ve sayının sırasallığı (35) bu görevler arasında olabilir. İleriki araştırmalarda, bu testlerde kullanılan görevlerin işlevsel MR görüntüleme ve benzeri yöntemlerle beyin temelleri de araştırılabilir.

Teşekkür: Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 111K545 nolu proje kapsamında sağlanan destekle gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Geary DC, Hoard MK. Learning Disabilities in Arithmetic and Mathematics: Theoretical and Empirical Perspectives: In Campbell JID (editor). Handbook of Mathematical Cognition. New York: Psychology Press, 2005, 253-267.
2. Murphy MM, Mazzocco MM, Hanich LB, Early MC. Cognitive characteristics of children with mathematics learning disability (MLD) vary as a function of the cutoff criterion used to define MLD. J Learn Disabil 2007; 40:458-478.
3. Butterworth B. The Mathematical Brain. London: MacMillan, 1999, 163-217.
4. Shalev R, Gross-Tsur V. Developmental dyscalculia. Pediatr Neurol 2001; 24:337-342.
5. Barbaresi WJ, Katusic SK, Colligan RC, Weaver AL, Jacobsen SJ. Math learning disorder: incidence in a population-based birth cohort, 1976-82, Rochester, Minn. Ambul Pediatr 2005; 5:281-289.

6. Wilson AJ, Dehaene S. Number Sense and Developmental Dyscalculia: In Coch D, Dawson G, Fischer K (editors). *Human Behavior, Learning, and the Developing Brain: Atypical Development*. New York: Guilford Press, 2007, 1-37.
7. Feigenson L, Dehaene S, Spelke E. Core systems of number. *Trends Cogn Sci* 2004; 8:307-314.
8. Rousselle L, Noel MP. Basic numerical skills in children with mathematics learning disabilities: a comparison of symbolic vs non-symbolic number magnitude processing. *Cognition* 2007; 102:361-395.
9. Landerl K, Bevan A, Butterworth B. Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: a study of 8-9-year-old students. *Cognition* 2004; 93:99-125.
10. Mussolin C, De Volder A, Grandin C, Schlogel X, Nassogne MC, Noel MP. Neural correlates of symbolic number comparison in developmental dyscalculia. *J Cogn Neurosci* 2010; 22:860-874.
11. Gilmore CK, McCarthy SE, Spelke ES. Non-symbolic arithmetic abilities and mathematics achievement in the first year of formal schooling. *Cognition* 2010; 115:394-406.
12. Desoete A, Ceulemans A, De Weerd F, Pieters S. Can we predict mathematical learning disabilities from symbolic and non-symbolic comparison tasks in kindergarten? Findings from a longitudinal study. *Br J Educ Psychol* 2012; 82:64-81.
13. Geary DC, Bailey DH, Littlefield A, Wood P, Hoard MK, Nugent L. First-grade predictors of mathematical learning disability: a latent class trajectory analysis. *Cogn Dev* 2009; 24:411-429.
14. Heine A, Tamm S, De Smedt B, Schneider M, Thaler V, Torbeyns J, Stern E, Verschaffel L, Jacobs A. The numerical stroop effect in primary school children: a comparison of low, normal and high achievers. *Child Neuropsychol* 2010;16:461-477.
15. Landerl K. Development of numerical processing in children with typical and dyscalculic arithmetic skills-a longitudinal study. *Front Psychol* 2013; 4:459.
16. Butterworth B. *Dyscalculia: causes, identification, intervention and recognition*. *Dyscalculia and Maths Learning Difficulties, Inaugural Conference, London, 2009*.
17. Schleifer P, Landerl K. Subitizing and counting in typical and atypical development. *Dev Sci* 2011; 14:280-291.
18. Piazza M, Mechelli A, Butterworth B, Price CJ. Are subitizing and counting implemented as separate or functionally overlapping processes? *Neuroimage* 2002; 15:435-446.
19. Nieder A, Dehaene S. Representation of number in the brain. *Annu Rev Neurosci* 2009; 32:185-208.
20. Durand M, Hulme C, Larkin R, Snowling M. The cognitive foundations of reading and arithmetic skills in 7- to 10-year-olds. *J Exp Child Psychol* 2005; 91:113-136.
21. Butterworth B. *Dyscalculia Screener Manual*. London: nferNelson, 2003, 1-74.
22. Rubinsten O, Henik A. Double dissociation of functions in developmental dyslexia and dyscalculia. *J Educ Psychol* 2006; 98:854-867.
23. Girelli L, Lucangeli D, Butterworth B. The development of automaticity in accessing number magnitude. *J Exp Child Psychol* 2000; 76:104-122.
24. Rubinsten O, Henik A. Automatic activation of internal magnitudes: a study of developmental dyscalculia. *Neuropsychology* 2005; 19:641-648.
25. Geary DC, Bailey DH, Hoard MK. Predicting mathematical achievement and mathematical learning disability with a simple screening tool: the number sets test. *J Psychoeduc Assess* 2009; 27:265-279.
26. Siegler RS, Booth JL. Development of numerical estimation in young children. *Child Dev* 2004; 75:428-444.
27. Geary DC, Hoard MK, Byrd-Craven J, Nugent L, Numtee C. Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Dev* 2007; 78:1343-1359.
28. Fidan E. İlkokul öğrencileri için matematik dersi sayılar öğrenme alanında başarı testi geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2013.
29. MEB. İlköğretim Matematik Dersi Öğretim Programı. Ankara: Milli Eğitim Basımevi, 2004, 1-251.
30. Siegler RS, Thompson CA, Schneider M. An integrated theory of whole number and fractions development. *Cogn Psychol* 2011; 4:273-96.
31. Bruyer R, Brysbaert M. Combining speed and accuracy in cognitive psychology: Is the inverse efficiency score (ies) a better dependent variable than the mean reaction time (rt) and the percentage of errors (pe)? *Psychol Belg* 2011; 51:5-13.
32. Butterworth B, Laurillard D. Low numeracy and dyscalculia: identification and intervention. *ZDM Mathematics Education* 2010; 42:527-539.
33. Butterworth B. Foundational numerical capacities and the origins of dyscalculia. *Trends Cogn Sci* 2010; 14:534-541.
34. Landerl K, Kolle C. Typical and atypical development of basic numerical skills in elementary school. *J Exp Child Psychol* 2009; 103:546-565.
35. Rubinsten O, Sury D. Processing ordinality and quantity: the case of developmental dyscalculia. *PLoS One* 2011; 6:1-12.