

## ÖĞRENCİLERİN DİSKALKULİYE YATKINLIKLARININ BELİRLENMESİNDE NOKTA SAYILAMA VE SAYISAL KARŞILAŞTIRMABECERİLERİ

### DOT ENUMERATION AND SYMBOLIC NUMBER COMPARISON SKILLS IN DETERMINING STUDENTS' DYSCALCULIA TENDENCIES

Prof. Dr. Sinan OLKUN  
TED Üniversitesi, Eğitim Fakültesi  
[sinan.olkun@tedu.edu.tr](mailto:sinan.olkun@tedu.edu.tr)

Zeynep AKKURT DENİZLİ  
Ankara Üniversitesi  
[zeynep0akkurt@gmail.com](mailto:zeynep0akkurt@gmail.com)

Sakine GÖÇER ŞAHİN  
Hacettepe Üniversitesi  
[sgocersahin@gmail.com](mailto:sgocersahin@gmail.com)

#### ÖZET

Bireylerin matematik öğrenme gücüne sahip olmalarının nedeni olarak iki temel hipotez ileri sürülmüştür. Bunlardan çekirdek yetersizlik hipotezine göre; bireylerin çoklukları tam ya da yaklaşık olarak algılama mekanizmalarındaki bozukluklar matematik öğrenme gücüne neden olmaktadır. Sembole erişim yetersizliği hipotezinde ise bireylerin çoklukları sembole dönüştürme ya da sembolden çokluğu algılama mekanizmalarının bozuk olabileceği ileri sürülmüştür. Bu iki hipotezi test etmek amacıyla 487 ilkökul öğrencisine çokluk sayılama ve sembolik sayı karşılaştırma görevleri verilmiştir. Matematik başarısı bakımından alt ve normal olmak üzere iki gruba ayrılarak yapılan karşılaştırmalarda her iki görev türünde dört sınıf düzeyinde de gruplar arasında farklar olduğu; ancak farkın daha çok çokluk sayılama görevlerinde olduğu bulunmuştur. Bulgular çekirdek yetmezlik hipotezine daha çok destek sağlamaktadır.

**Anahtar kavramlar:** Diskalkuli, temel sayısal kapasite, nokta sayılama, sayısal karşılaştırma, çekirdek yetmezlik hipotezi, sembole erişim eksikliği

#### ABSTRACT

There are two hypotheses about why individuals have mathematics learning difficulties. According to the core deficit hypothesis, the reason behind dyscalculia is a core deficit in number module. Individuals who have a dyscalculia have a deficit in their approximate or exact number system. Access deficit hypothesis, on the other hand posits that individuals with dyscalculia might have a deficit in accessing symbols from quantities or vice versa. In order to test these two hypotheses, we gave dot enumeration and symbolic number comparison tasks to 487 primary school children. Based on their mathematics achievement test scores, students divided into normal and low achievement groups. Comparisons showed that there were differences between the groups in all 4 grades. The largest differences have been obtained in dot enumeration tasks. Results provided stronger evidences to core deficit hypothesis.

**Keywords:** Dyscalculia, basic numerical capacity, dot enumeration, number comparison, core deficit hypothesis, access deficit

#### GİRİŞ

“Matematiğe özgü öğrenme güclüğü”, “aritmetik öğrenme bozukluğu”, “gelişimsel diskalkuli” gibi karşılıkları olan diskalkuli, öğrencilerin; özellikle sayma ve hesaplama ile ilgili becerileri kazanmada zorlanmalarına, buna bağlı olarak aritmetik işlem yapma ve hatırlamada sorun yaşayarak (Geary ve Hoard, 2005) akranlarından geride kalmalarına neden olmaktadır (Murphy, Mazzocco, Hainch ve Early, 2007). Diskakuli, özellikle; “sayma” ve “sayı büyüklüklerini karşılaştırma” gibi basit sayısal

işlemleri gerektiren görevlerde yaygın bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır (Butterworth, 1999). Bu çalışmada, sayısal işlemler sırasında öğrencilerin zorlanmalarına neden olan diskalkulinin, bu işlemlerle ilgili görevler yoluyla anlaşılabilceği düşüncesinden yola çıkılmış, geliştirilen testlerle diskalkuliye yatkınlığı olan öğrencilerin belirlenebilmesi amaçlanmıştır.

### **Kuramsal Çerçeve**

Araştırmalar incelendiğinde, normal nüfus içinde %3 - %6 sıklıkla görülen diskalkulinin (Barbarese, Katusic, Colligan, Weaver ve Jacobsen, 2005) nedenleri ile ilgili hipotezler karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan biri, doğuştan gelen çekirdek bozukluğu hipotezidir. Bu hipoteze göre beyindeki horizontal intraparietal sulcus bölgesinin (Wilson ve Dehaene, 2007) ya da beyindeki sayı modülünün (Butterworth, 1999) zarar görmesi, bireyde diskalkuliye neden olmaktadır. Bir diğer hipotez olan erişim bozukluğu hipotezi, sayısal büyüklüklerin sembollerle temsil edildiği durumda, sayısal büyüklük-sembol bağlantısının kurulamaması sonucunda diskalkulinin ortaya çıktığını savunmaktadır. Yapılan araştırma sonuçlarında, öğrencilerde, sayma ve sayısal karşılaştırma işleminde yaşanan problemler, daha çok çekirdek yetersizlik hipoteziyle desteklenirken (Landerl, Bevan ve Butterworth, 2004; Mussolin, Mejias ve Noël, 2010) sembolik matematiğin kullanıldığı bazı çalışmalarda diskalkulinin nedeni, erişim bozukluğu hipotezi ile açıklanmıştır (Attridge, Gilmore ve Inglis, 2009).

Sayma işlemlerinden biri; nokta sayılamadır. Sayısal öğrenme kapasitesini ölçmeye yönelik nokta sayılama işlemi; genellikle 10'dan küçük sayıdaki noktaların mümkün olduğunca hızlı ve doğru bir şekilde sayılmasını gerektirmektedir (Landerl, 2013). İnsan beyni, birden üç ya da dörde kadar olan noktaları sayma işlemi yapmadan algılamaktadır (Desoete, Ceulemans, Roeyers ve Huylebroeck, 2009). Subitizing (şipşak sayılama) olarak adlandırılan bu durumun, tipik ve diskalkuli olan öğrenciler arasında farklılık gösterdiği bulunmuştur (Butterworth, 2009, Fichert, Gebhardt ve Hartnegg, 2008). Sayı büyüdükçe, sayma işlemi başladığından şipşak sayılama işleminin önemi ortaya çıkmaktadır. Bu durumda, diskalkuli olan öğrencilerin nokta sayılarını daha uzun sürede belirledikleri ve hata oranlarının daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Desoete, Ceulemans, Roeyers ve Huylebroeck, 2009). Landerl, Bevan ve Butterworth (2004), çekirdek bozukluğunun, şipşak sayılama mekanizmasındaki bozukluktan kaynaklanabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Öğrenciler, bir diğer önemli işlem olan sayısal karşılaştırma yaparken sayıların fiziksel büyüklüklerinden de etkilenmektedirler. "Fiziksel büyüklük sayısal büyüklük uyumu (size-congruity effect)" adı verilen bu etki nedeniyle, öğrenciler 2- 9 karşılaştırmasını, 2- 9 karşılaştırmasına göre daha hızlı yapmakta, fiziksel büyüklük ile sayı değeri büyüklüklerinin örtüşmediği durumlarda daha fazla problem yaşamaktadırlar (Rubinsten, Henik, Berger ve Shahr-Shalev, 2002). Bu etkinin, diskalkuli olan öğrencilerin sayısal karşılaştırma yaparken daha geride olmalarına neden olacağı düşünülmektedir.

Araştırmalar, sayısal öğrenme kapasitesini belirlemeye yönelik görevler yardımıyla tipik ve diskalkuli olan öğrencileri karşılaştırmış ve bu öğrenciler arasında farklılıkların olduğunu ortaya koymuştur. Araştırma sonuçları, diskalkuliye yatkınlığın erken yaşlarda belirlenmesinin önemini ve diskalkuli nedenlerinin daha iyi bir şekilde ortaya konması için bu konuda daha fazla çalışma yapılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Türkiye'de bu konuda yeterli araştırma bulunmakla birlikte, diskalkuliye yatkınlığı belirleyecek herhangi bir araç da bulunmamaktadır. Bu çalışmada, Türkiye'deki ilkököl 1-4. sınıf öğrencilerinin nokta sayılama ve sayısal karşılaştırma becerilerini ölçme yoluyla onların diskalkuliye yatkınlığını belirleyen bir tarama aracı geliştirmek amaçlanmıştır. Bu amaçla öğrencilerin başarı düzeyleri belirlenmiş ve alt grup-üst grup olarak ayrılan öğrenciler, nokta sayılama ve sayısal karşılaştırma testlerinin sonuçlarına göre karşılaştırılmıştır. Geliştirilen

aracın, diskalkuliye yatkınlığı olan öğrencileri belirlemek ve onlara erken müdahalede bulunabilmek için yararlı olacağı düşünülmektedir.

## YÖNTEM

### Katılımcılar

Araştırmaya Ankara ilindeki 12 devlet ilkokulundan toplam 487 öğrenci katılmıştır. 1-4. sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmada; 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 öğrencinin katılımıyla tamamlanmıştır.

### İşlem

Verilerin toplanması, beş araştırma görevlisi tarafından, yaklaşık iki buçuk ayda tamamlanmıştır. Uygulamalar, öğrencilerin kendi okullarında, okul idaresi tarafından belirlenen sessiz bir odada gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, öğrencilere dört test uygulanmıştır. Bunlardan ilki, Fidan (2013) tarafından geliştirilen ve öğrencilere bir ders saatinde uygulanan matematik başarı testleridir. Başarı testleri her sınıf düzeyinde ayrı ayrı olmak üzere öğretim programının sayı alt öğrenme alanı kazanımlarına dayalı olarak geliştirilmiştir. Geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları yine daha önce Fidan (2013) tarafından yapılmıştır. Bu test sonuçlarına göre öğrenciler, alt ve üst grup olarak ayrılmış, böylece normal ve düşük başarılı öğrencilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Diğer üç test ise temel sayısal becerileri ölçüp ölçmediği test edilen ve öğrencilere bire bir uygulanan Domino Nokta Sayılama (CDC), Rasgele Nokta sayılama (RDC) ve Sayısal Stroop (SNC) testleridir. Tablet bilgisayarda hazırlanan bu testler, öğrencilerin yanıtları ve yanıtlama süreleri kaydedilecek şekilde hazırlanmıştır. Nokta sayılama görevi için iki ayrı testin kullanılmasının nedeni, öğrencilerin domino ve rastgele dizilmiş noktaları sayılama sürelerinin, öğrenme güçlüğü olmayan öğrencilerin strateji kullanmalarından dolayı, farklı olacağını düşünülmesidir. SNC testinde ise fiziksel büyüklükleri farklı olan sayılar karşılaştırılarak bu testin yanıtlanma sürelerinin, farklı düzeylerdeki öğrencilere göre değişip değişmediğini gözlemlemek amaçlanmıştır. Bu testteki sorularda, karşılaştırılması istenen sayılar, fiziksel büyüklükleri açısından zıt (5- 7), nötr (5-7) ve uyumlu (5-7) olacak şekilde hazırlanmış, böylece, bu durumun farklı matematik başarı düzeyinde bulunan öğrenci gruplarını nasıl etkilediğini gözlemlemek amaçlanmıştır.

### Veri Analizi

Analizlere başlamadan önce veride yer alan uç değerler temizlenmiştir. Uç değerlerin belirlenmesinde her bir test bazında, bireylerin maddeleri yanıtlamada harcadıkları zaman göz önünde bulundurulmuştur. Öğrencilerin matematik testi puanlarına dayanarak her sınıf için 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 1-4. sınıf düzeyinde, öğrencilerin sırasıyla %16, %4'ü, %4'ü ve %5,4'ü alt grubu oluşturmaktadır. Başka bir ifadeyle 1-4. sınıf düzeylerine, alt grupta sırasıyla; 20, 5, 5, 6; üst grupta 105, 121, 119, 106 öğrenci bulunmaktadır. Alt ve üst gruptaki öğrencilerin Testlerinin testleri yanıtlama süreleri ile matematik başarıları arasındaki ilişki Pearson Momentler Çarpımı korelasyon katsayısı ile incelenmiştir.

CDC, RDC ve SNC testleriyle ilgili analizlerde, öncelikle testlerin doğru yanıtlanma puanlarına göre analizler yapılmış; ancak tavan etkisi nedeniyle bu testleri tamamlama sürelerine göre analizlerin

yapılmasına karar verilmiştir. Analizlerde, doğru yanıt oranının yüksek olduğu ve yanıtlama süresi ile yanlış yanıt yüzdesi arasında yüksek korelasyonun bulunduğu zaman kullanılması önerilen, Inverse Efficiency Score –IES (Bruyer ve Brysbaert, 2011) kullanılmıştır. IES, bireylerin, testteki maddelerini yanıtlamada harcadıkları toplam sürenin doğru yanıtladıkları madde yüzdesine bölünmesiyle hesaplanmaktadır.

CDC, RDC ve SNC testlerindeki IES değerleri betimsel olarak ve Mann Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. IES ile her bir sınıf düzeyindeki alt ve üst grupların CDC, RDC ve SNC testlerini yanıtlama sürelerindeki değişimin gözlenmesi amaçlanmıştır.

SNC testindeki; nötr, uyumlu ve zıt soru tiplerinden alınan IES değerlerinin alt ve üst gruplara göre karşılaştırılması için Mann Whitney U testi kullanılmıştır.

### Bulgular

Yapılan korelasyon analizleri ile CDC, RDC ve SNC testlerinin IES değerleri ile matematik başarıları arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu ilişkilere, tüm sınıflar bazında bakılmış ve elde edilen korelasyon değerleri Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. 1-4. Sınıf Öğrencilerinin Matematik Başarıları ile CDC, RDC ve SNC Testlerindeki IES Değerleri Arasındaki İlişki

Sınıf Düzeyi		CDC IES	RDC IES	SNC IES
1. sınıf	Pearson	-,356	-,331	-,449
	p	,000	,000	,000
	N	125	125	125
2. sınıf	Pearson	-,560	-,431	-,393
	p	,000	,000	,000
	N	126	126	126
3. sınıf	Pearson	-,542	-,431	-,393
	p	,000	,000	,000
	N	124	124	124
4. sınıf	Pearson	-,565	-,445	-,325
	p	,000	,000	,000
	N	112	112	112

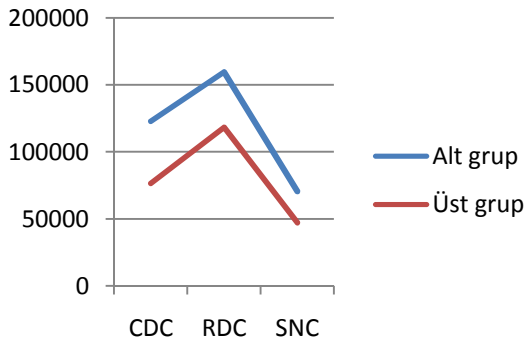
Tablo 1’de; 1. sınıf düzeyindeki öğrencilerin matematik başarı testi puanlarıyla; CDC ( $r=-0,356$ ;  $p<0,05$ ); RDC ( $r=-0,331$ ;  $p<0,05$ ) ve SNC ( $r=-0,449$ ;  $p<0,05$ ) testlerinin IES değerleri arasında negatif yönde orta düzeyde ve anlamlı ilişkilerin bulunduğu görülmektedir. 2. sınıf düzeyindeki öğrencilerin, matematik başarı testi puanlarıyla; CDC ( $r=-0,560$ ;  $p<0,05$ ); RDC ( $r=-0,431$ ;  $p<0,05$ ) ve SNC ( $r=-0,393$ ;  $p<0,05$ ) testlerinin IES değerleri arasında negatif yönde orta düzeyde ve anlamlı ilişkiler bulunmaktadır. 3. sınıf düzeyindeki öğrenciler için bu ilişkilere bakıldığında; matematik başarı testinden alınan puanlar ile CDC ( $r=-0,542$ ;  $p<0,05$ ); RDC ( $r=-0,431$ ;  $p<0,05$ ) ve SNC ( $r=-0,393$ ;  $p<0,05$ ) testlerinin IES değerleri arasında yine negatif yönde orta düzeyde ve anlamlı ilişkilerin olduğu anlaşılmaktadır. 4. sınıf düzeyi için incelendiğinde ise matematik başarı testinden alınan puanlar ile CDC ( $r=-0,565$ ;  $p<0,05$ ); RDC ( $r=-0,445$ ;  $p<0,05$ ) ve SNC ( $r=-0,325$ ;  $p<0,05$ ) testlerinin IES değerleri arasında, diğer sınıf düzeylerinde olduğu gibi negatif yönde orta düzeyde ve anlamlı ilişkilerin olduğu anlaşılmaktadır. Bu bulguların, araştırmada geliştirilen CDC, RDC ve SNC testlerinin geçerliliği için bir kanıt olabileceği düşünülmektedir.

Araştırmada, geliştirilen testlerin, diskalkuliye yatkınlığı belirlemede etkili olup olmadığını incelemek amaçlandığından CDC, RDC ve SNC testlerinin IES değerleri incelenmiş ve bu değerlerin sınıf düzeylerine ve farklı başarı düzeylerinde bulunan öğrencilere göre nasıl değiştiği araştırılmıştır. CDC, RDC ve SNC testleri için hesaplanan IES sonuçlarının sınıf düzeylerine ve alt – üst gruplara göre dağılımı Tablo 2’de sunulmaktadır.

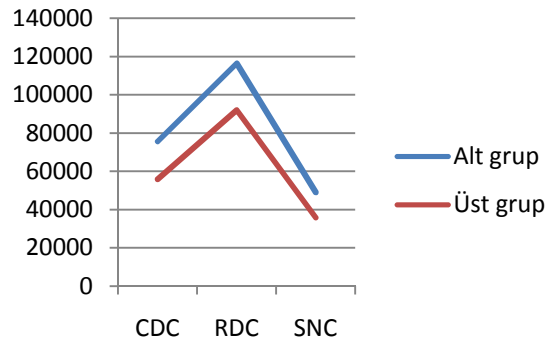
Tablo 2. IES Sonuçlarının Sınıf Düzeyleri ve Alt - Üst Gruplara Göre Dağılımı

Sınıf Düzeyi	Grup	(IES ortalama)			
		N	CDC	RDC	SNC
1. Sınıf	Alt grup	20	122920,3668	159531,1153	70587,6487
	Üst grup	105	76532,5203	118275,3741	47026,1407
2. Sınıf	Alt grup	5	75555,4077	116409,0000	48926,0038
	Üst grup	121	55854,6111	92012,4578	35752,5482
3. Sınıf	Alt grup	5	82415,3308	100977,5378	35289,7536
	Üst grup	119	48504,7127	81650,5242	30590,3323
4. Sınıf	Alt grup	6	76563,7788	107442,3610	40934,7958
	Üst grup	106	40050,0084	75344,4712	28494,6428

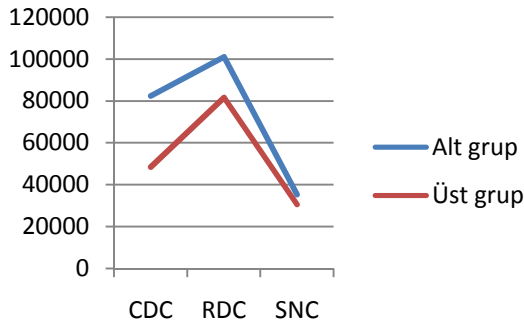
Tablo 2 incelendiğinde, IES ortalamalarının, tüm sınıf düzeylerinde SNC testinde en düşük, RDC testinde ise en yüksek değerde olduğu görülmektedir. Bu durumda, SNC testi, en kısa sürede yanıtlanan test olurken RDC en uzun sürede yanıtlanan test olmuştur. Tüm sınıf düzeylerinde üst gruptaki öğrencilerin testleri alt gruptaki öğrencilere göre daha kısa sürede yanıtladıkları söylenebilir. Üst gruplarda, sınıf düzeyi arttıkça IES ortalamalarının azaldığı; yani testlerin daha kısa sürede yanıtladığı; ancak bu durumun alt gruplarda geçerli olmadığı anlaşılmaktadır. Bu durum, sınıf düzeyi arttıkça; üst gruptaki öğrencilerin testi yanıtlama sürelerinde daha belirgin azalmaların olduğunu, buna bağlı olarak da bu gruplarda daha fazla öğrenmelerin gerçekleştiğini gösterebilir. Her bir sınıf düzeyinde, IES değerlerinin testlere ve alt ve üst gruplara göre nasıl değiştiği Şekil 1, 2, 3 ve 4’teki grafiklerle sunulmuştur.



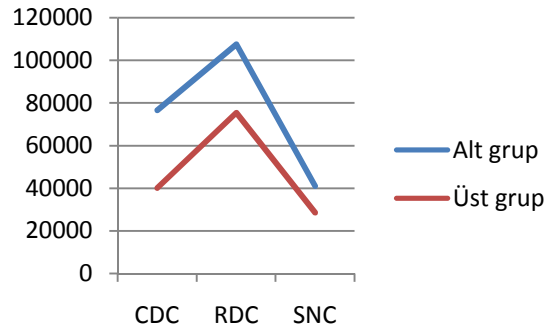
Şekil 1. Birinci sınıfların alt ve üst grupların CDC, RDC ve SNC testlerini yanıtlama sürelerine ait IES puanları



Şekil 2. İkinci sınıfların alt ve üst grupların CDC, RDC ve SNC testlerini yanıtlama sürelerine ait IES puanları



Şekil 3. Üçüncü sınıfların alt ve üst gruplarının CDC, RDC ve SNC testlerini yanıtlama sürelerine ait IES puanları



Şekil 4. Dördüncü sınıfların alt ve üst gruplarının CDC, RDC ve SNC testlerini yanıtlama sürelerine ait IES puanları

Şekil 1, 2, 3 ve 4’ te görüldüğü gibi tüm sınıf düzeylerinde, matematik testinden alınan puanlara göre belirlenen alt ve üst grupların her üç test puanları arasında istikrarlı farklar vardır. Tüm sınıf düzeylerinde, iki grup arasındaki en büyük fark CDC testinde oluşmuştur. Bunun nedeni, normal başarı düzeyindeki öğrencilerin, domino dizili noktaları sayarken aritmetik stratejiler kullanırken öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin noktaları birer birer saymaları ve böylece fazla zaman harcamaları olabilir. Gruplar arasındaki en küçük fark ise SNC testinde oluşmuştur.

Her bir sınıf düzeyinde, testlerin IES değerlerinin alt ve üst gruplara göre değişimine Mann Whitney U testi ile bakıldığında; 1 sınıf düzeyinde; CDC(U=589, p<0,05), RDC (U=690,5, p<0,05), SNC (U=445, p<0,05) testlerinin yanıtlanma süreleri arasındaki alt grup lehine anlamlı farkların olduğu bulunmuştur. 2. sınıf düzeyinde de CDC(U=69, p<0,05), RDC (U=142, p<0,05), SNC (U=141, p<0,05) testlerinin yanıtlanma süreleri arasındaki alt grup lehine anlamlı farklar vardır. 3. sınıf düzeyinde; CDC(U=85, p<0,05) ve RDC (U=115, p<0,05) testlerinin yanıtlanma süreleri arasındaki alt grup lehine anlamlı farkların olduğu; ancak SNC (U=195, p>0,05) testi için anlamlı farkın olmadığı görülmüştür. 4. sınıf düzeyinde yine CDC(U=115, p<0,05), RDC (U=100, p<0,05) ve SNC (U=42, p<0,05) testlerinin yanıtlanma süreleri arasındaki alt grup lehine anlamlı farkların olduğu bulunmuştur. Analiz sonuçları, RDC ve CDC testlerinin tüm sınıf düzeylerinde, üst gruplar tarafından anlamlı bir şekilde daha kısa sürede yanıtlandığını, SNC testinin ise 1, 2 ve 4. sınıf düzeylerinde üst gruplar tarafından anlamlı bir şekilde daha kısa sürede yanıtlandığını göstermektedir.

1. sınıf düzeyinde, SNC testinin tüm soru tiplerini, üst grup anlamlı bir şekilde daha kısa sürede yanıtlamıştır (zıt soru tipi için U=1140,5, p<0,05; uyumlu soru tipi için U=1240,5, p<0,05; nötr soru tipi için U=1467,5 p<0,05). 2. sınıf düzeyinde, zıt soruları, üst grup anlamlı bir şekilde daha kısa sürede yanıtlarken (U=474,5, p<0,05) diğer soru tipleri için anlamlı farklar bulunmamıştır. 3. sınıf düzeyinde, sadece nötr soruları üst grup anlamlı bir şekilde daha kısa sürede yanıtlarken (U=422,5 p<0,05) 4. sınıfta düzeyinde bu soru tiplerini yanıtlanma süreleri bakımından gruplar arasında anlamlı farklar yoktur.

Elde edilen bulgularda; başarı testi ile belirlenen alt ve üst gruptaki öğrencilerin, IES değerlerinde farklılıkların olması ve sınıf düzeyi arttıkça bu farkların genellikle istikrarlı bir şekilde devam etmesi, araştırma açısından oldukça önemli bulunmuştur. Bu bulgular, öğrencilerin “nokta sayılama” ve “sayısal karşılaştırma” becerilerini ölçmek amacıyla hazırlanan CDC, RDC ve SNC testlerinin, matematik öğrenme güçlüğü çeken öğrencileri ayırma potansiyelinin olduğunu göstermektedir.

### Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Çekirdek yetersizlik ve sembole erişim yetersizliği hipotezlerinin test edilmesini amaçlayan bu çalışmada, ilköğretim 1-4. sınıf öğrencileri düşük ve normal başarı düzeylerine göre ayrılmış ve verilen sayısal görevlerle, farklı başarı düzeylerindeki öğrenciler karşılaştırılmıştır. Çalışmada, üst gruptaki öğrencilerin sayısal görevleri genellikle anlamlı bir şekilde daha kısa sürede yerine getirdikleri gözlemlenmiştir. Bulguların, daha çok çekirdek hipotezini desteklediği düşünülmektedir.

Çalışmada, öğrencileri alt ve üst grup olarak ayırmada kullanılan başarı testinin genel olarak kullanışlı olduğu söylenebilir; ancak testin, 1. sınıf düzeyindeki öğrencilerin okuma yazmayı yeni öğrendikleri bir dönemde uygulanmış olması, bazı güçlükler nedeniyle olduğundan, bundan sonraki çalışmalarda bu sınıf düzeyi için bire bir uygulanmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir.

Nokta sayılama görevlerinin yer aldığı CDC ve RDC testleri karşılaştırıldığında, alt ve üst gruplar arasındaki IES farkının CDC testinde daha fazla olması, üst gruptaki öğrencilerin domino dizilmiş noktaları aritmetik stratejiler kullanarak saydıklarını ve buna bağlı olarak daha hızlı oldukları ihtimalini düşündürmektedir. Bu sonuç, 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). Araştırmada elde edilen bu sonucun, çekirdek hipotezini desteklediği söylenebilir.

SNC testinin IES değerleri incelendiğinde, alt grupların üst gruplara göre bu testi daha uzun sürede yanıtlamaları, sayısal büyüklük - sembol bağlantısının kurulamaması sonucunda diskalkulinin ortaya çıktığını savunan erişim bozukluğu hipotezi ile açıklanabilir. Rakamla yazılmış iki sayının karşılaştırılması görevi, aritmetik öğrenme güçlüklerini belirlemede önemli bir ölçüt olarak kullanılmaktadır (Butterworth, 2003); ancak bu çalışmada alt ve üst gruplar arasındaki IES farkının en küçük olduğu testin, SNC olması düşündürücüdür. SNC testi, 3. sınıf düzeyinde alt ve üst grupları ayırmada etkili olmamıştır. Ayrıca sınıf düzeyi arttıkça testte yer alan zıt, uyumlu, nötr soru tiplerinin etkilerinde değişiklikler olmuştur. 1. sınıf düzeyinde her üç soru tipi için alt-üst grupların yanıtlanma süreleri arasında anlamlı farklar varken 2. sınıfta yalnızca zıt ve 3. sınıfta yalnızca nötr soru tipinin yanıtlanma süreleri arasında anlamlı farklar bulunmuştur. 4. sınıf düzeyinde ise bu soru tiplerinin yanıtlanma süreleri arasında anlamlı farklar bulunmamıştır. SNC testi ile ilgili sonuçlar, onun alt ve üst gruptaki öğrencileri ayırmada sınırlı etkisinin olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, sayılarla ilgili sembolik sayı karşılaştırma gibi otomatik diyebileceğimiz işlemlerin, matematiksel yeterlilikle daha az ilişkili olabileceğini de düşündürmektedir. (Bugden ve Ansari, 2011).

Araştırmada, diskalkuliye yatkınlığı olan öğrencileri belirlemek amacıyla hazırlanan testlerin öğrenme güçlüğü olan ve olmayan öğrencileri ayırt etme potansiyellerine sahip oldukları sonucuna varılmıştır. Diskalkulinin neden kaynaklandığının henüz tam olarak netleşmediği bu dönemde, geliştirilen testlerin, yapılacak araştırmalar için yararlı olacağı düşünülmektedir. Bu araştırma ile sayısal işlemlerin, diskalkulinin belirlenmesindeki önemi bir kez daha ortaya konmuştur. Diskalkulinin, daha çok hangi sayısal becerilerle ilişkili olduğunun araştırılması ve diskalkuli olan öğrencilere bu yönde bilinçli müdahalelerde bulunulmasının, onların matematik öğrenmelerini sağlamak açısından gerekli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca ileriki araştırmalarda deneysel desenlerle temel sayısal becerilere yönelik bir eğitimin, aritmetik becerileri geliştirip geliştirmedicine bakılabilir.

### Kaynaklar

Barbarese, W. J., Katusic, S. K., Colligan, R. C., Weaver, A., & Jacobsen, S. (2005). Learning disorder: Incidence in a population-based birth cohort, 1976–1982, Rochester, Minn. *Ambulatory Pediatrics*, 5, 281–289.

- Bruyer, R. & Brysbaert, M. (2011). 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)? *Psychologica Belgica*, 51, 5-13(9).
- Bugden, S., and Ansari, D. (2011). Individual differences in children's mathematical competence are related to the intentional but not automatic processing of Arabic numerals. *Cognition*, 118, 32–44.
- Butterworth, B. (1999). *The Mathematical Brain*. London: Macmillan.
- Desoete, A., Ceulemans, A., Roeyers, H., & 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.
- Fidan, Esra. (2013). *İlkokul öğrencileri için matematik dersi sayılar öğrenme alanında başarı testi geliştirilmesi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Fischer, B., Gebhardt, C., & Hartnegg, K. (2008). Subitizing an visual counting in children with problems acquiring basic arithmetic skills. *Optometry and Vision Development*, 39, 24–29
- Geary, D. C., & Hoard, M. K. (2005). Learning disabilities in arithmetic and mathematics: Theoretical and empirical perspectives. In J. I. D. Campbell (Ed.), *Handbook of mathematical cognition* (pp. 253-267). New York: Psychology Press
- Geary, D. C. (2011). Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: a 5-year longitudinal study. *Dev. Psychol.* 47, 1539–1552.
- Landerl, K., Bevan, A. ve Butterworth, B. (2004). Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: a study of 8-9-year-old students. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Cognition*, 93(2), 99-125. doi: 10.1016/j.cognition.2003.11.004
- Landerl, K. (2013). Development of numerical processing in children with typical and dyscalculic arithmetic skills—a longitudinal study. *Front Psychol.* 2013 Jul 23;4:459.
- Murphy, M. M., Mazzocco, M. M. M., Hanich, L. B., & Early, M. C. (2007). Cognitive Characteristics of Children With Mathematics Learning Disability (MLD) Vary as a Function of the Cutoff Criterion Used to Define MLD. *Journal of Learning Disabilities*, 40(5), 458-478.
- 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
- Rubinsten, O., Henik, A., Berger, A., and Shahar-Shalev, S. (2002). The development of internal representations of magnitude and their association with Arabic numerals. *J. Exp. Child Psychol.* 81, 74–92.
- Wilson, A. J. ve Dehaene, S. (2007). Number Sense and Developmental Dyscalculia. In D. Coch, G. Dawson ve K. Fischer (Eds.), *Human Behavior, Learning, and the Developing Brain: Atypical Development*. New York: Guilford Press.

### Extended Abstract

Dyscalculia, which stands for “mathematics learning disability”, “arithmetic learning disability”, “developmental dyscalculia”, etc., gives rise to falling behind their peers by having trouble for arithmetic operations and remembering them (Geary and Hoard, 2005) in parallel with students' having difficulty in gaining especially enumeration and calculation skills (Murphy, Mazzocco, Hainch ve Early, 2007). When the surveys are examined, hypotheses related to the reasons for dyscalculia affecting 3 to 6% of the population (Barbaresi, Katusic, Colligan, Weaver ve Jacobsen, 2005) have come to light. Among them, according to the core deficit hypothesis, individuals' disabilities in mechanisms of perceiving small quantities exactly or roughly bring about mathematics learning difficulty. On the other hand, access deficit hypothesis puts forward that individuals' mechanisms of transforming numbers into symbols or perceiving numbers from symbols might have impairment. As a result of studies conducted, while the problems faced during enumeration and number comparison among students are supported rather by the core deficit hypothesis (Landerl, Bevan ve Butterworth, 2004; Mussolin, Mejias ve Noël, 2010), the cause of dyscalculia in some studies symbolic mathematics used in it was explained by access deficit hypothesis (Attridge, Gilmore ve Inglis, 2009). In this study that aims the core and access deficit hypotheses to be tested, primary school students from 1<sup>th</sup> to 4<sup>th</sup> grade were separated in terms of their low and normal achievement levels, and enumeration of small quantities and symbolic number comparison tasks along with students at different success levels were compared. Therefore, it was aimed to determine the students with dyscalculia tendencies via tests developed. The participants were 487 students in total from 12 state schools in Ankara. From 1<sup>th</sup> to 4<sup>th</sup> grade, 125, 126, 124 and 112 students took part in the survey, respectively. Four tests were applied to the students in this research. First of them is the mathematics achievement tests that were developed by Fidan (2003) and administered to the students in one course



hour. Achievement tests were built at each level separately by taking into consideration the outcomes of sub-learning number domains in the curriculum. As for three remaining test, they were the ones as Domino Dot Enumeration (DDE), Random Dot Enumeration (RDE) and Numerical Stroop Tests (NST) administered to students one-to-one and tested whether they measured the basic numerical skills. These tests prepared on tablets were designed such a form that students' answers and their response time would be recorded. For dot enumeration task, the reason for using two separate tests is to be considered that students' enumeration time of randomly-ordered dots and the ones lined up in the form of dominoes will be different due to students' use of strategies who have no learning difficulties. When it comes to NST, it was targeted to observe whether or not this test's response time would change regarding students at different achievement levels thanks to the comparison of numbers at different physical magnitudes. In the test questions, numbers dealt with were prepared in terms of their physical magnitudes in the forms of congruent (5-7), neutral (5-7) and incongruent (5-7) ones. In analyses, Inverse Efficiency Score - IES (Bruyer ve Brysbaert, 2011) suggested when the high correlation between response time together with the percentage of incorrects occurred and the percentage of corrects was high, was put to use. IES is calculated through dividing total time individuals spend responding the test items into the percentage of corrects. Lower and upper groups were arranged for every grade based on students' mathematics test scores while analyzing. The relationship between IES values of these groups in DDE, RDE, NST tests and math achievement was examined with correlation analyses. Negative-directed, moderate level and meaningful relationships between the mathematics achievement test scores of all students from all levels and values of IES in the tests were found. These findings are considered as a evidence for the validity of DDE, RDE and NST that were developed in this survey. When the values of DDE, RDE and NST tests are compared, NST test was responded at the shortest time while RDE was the test answered at the longest time. It might be said that students of upper groups at all levels responded the tests in much shorter time in contrast to lower groups' students. It is inferred from the study that averages of IES decrease in upper groups while grade levels increase; that is to say, tests were answered in a shorter time, but this situation was not valid for lower groups. At all levels, the most considerable difference between two groups existed in DDE test. The smallest difference among groups was seen in NST test. When the variance of IES values of the tests according to lower and upper groups at each grade level was analysed with Mann Whitney U test, it was found that RDE and DDE tests were responded in a shorter time significantly by upper groups at all levels while NST test was done significantly in a shorter time by upper groups from 1<sup>st</sup> – 2<sup>nd</sup> – 4<sup>th</sup> grades. Likewise, there occurred changes in the effects of congruent, incongruent and neutral item types in NST test when the grade level increases more and more. There were significant differences between lower-upper groups' response time for every three item types at the 1<sup>st</sup> level while significant differences between the congruent ones at the 2<sup>nd</sup> level and only neutral question types at the 3<sup>rd</sup> level were encountered. On the other hand, significant differences were not found between response time of these question types at the 4<sup>th</sup> level. According to the findings, it is of great importance that there were differences between lower and upper groups', who were determined by the achievement test, IES values while grade level increased more and more and these differences generally continued in a stable manner. These findings show that DDE, RDE and NST tests prepared to measure students' dot enumeration and number comparison skills had a capacity to separate students having mathematics learning difficulties. When DDE and RDE tests which have dot enumeration tasks are contrasted, the fact that IES difference between lower and upper groups is more at DDE test supports the idea that students having learning difficulties are trouble in arithmetic operations (Geary, 2011, Landerl, 2013). It is also possible for this case to stem from impairment of rapid enumeration mechanism (Landerl, Bevan ve Butterworth, 2004). It can be said that this result supports the core deficit hypothesis. As for IES values of NST test, the fact that lower groups rather than upper ones responded this test in a longer time could be explained by access deficit hypothesis which supports that dyscalculia comes up as a result of not linking up symbolic numerical magnitude. The task of comparison of two number written in figures is used as a significant criterion in specifying arithmetic learning difficulties (Butterworth, 2003); however, it is thought-provoking that



the test in which smallest IES difference occurred between lower and upper groups was NST. It was not influential to separate lower and upper groups at 3<sup>rd</sup> grade level. Results related to NST test show that it has a limited effect to separate lower and upper groups' students. These results give rise to thought that processings such as symbolic number comparison which could be said automatic will be less connected with mathematical competence (Bugden ve Ansari, 2011). In this study aiming the core and access deficit hypotheses to be tested, it is considered that findings support the core deficit hypothesis more. In this period why dyscalculia stems from has not become clear yet, the tests built will be useful for the subsequent studies. Thanks to this research, the importance of numerical processings in identifying dyscalculia one more time. It is agreed that searching which numerical skills are closely related to dyscalculia and giving students with dyscalculia appropriate intervention in this respect are necessary to provide them with learning mathematics. Furthermore, it can be looked through in the next studies whether a training as regards basic numerical abilities with experimental designs will develop arithmetic abilities or not.

TIJSEG