



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**MATEMATİK ÖĞRENME GÜÇLÜĞÜ (DİSKALKULİ)
HASTALARI VE SAĞLIKLI KONTROLLERDE SAYI
İŞLEME PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

İpek ÇELİKAĞ

**FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Metehan ÇİÇEK**

**ANKARA
2015**

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MATEMATİK ÖĞRENME GÜÇLÜĞÜ (DİSKALKULİ)
HASTALARI VE SAĞLIKLI KONTROLLERDE SAYI
İŞLEME PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

İpek ÇELİKAĞ

**FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Metehan ÇİÇEK**

**Bu araştırma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'nun 214S069 proje
numarası ile desteklenmiştir.**

ANKARA

2015

Ankara Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Yüksek Lisans tezi olarak hazırlayıp sunduğum “**Matematik öğrenme güçlüğü (diskalkuli) hastaları ve sağlıklı kontrollerde sayı işleme performansının değerlendirilmesi**” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışma/araştırma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: İpek ÇELİKAĞ

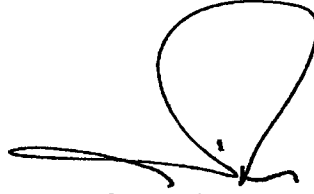
Tarih:

İmza:

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Fizyoloji Anabilim Dalı'nda İpek ÇELİKAĞ tarafından hazırlanan "MATEMATİK ÖĞRENME GÜÇLÜĞÜ (DİSKALKULİ) HASTALARI ve SAĞLIKLI KONTROLLERDE SAYI İŞLEME PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak OY BİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 28.12.2015



Prof. Dr. Sinan OLKUN
TED Üniversitesi Eğitim Fakültesi
Jüri Başkanı



Prof. Dr. Metehan ÇİÇEK
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Üye



Prof. Dr. Canan KALAYCIOĞLU
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Üye

Tez hakkında alınan jüri kararı, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu tarafından onaylanmıştır.

Prof. Dr. K. Zafer KARAER
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul ve Onay	iii
İçindekiler	iv
Önsöz	vii
Simge ve Kısaltmalar	ix
Şekiller	x
Çizelgeler	xii

1. GİRİŞ

1.1. Sayı Algısı	1
1.2. Sayı Çekirdek Sistemi Modeli	2
1.2.1. Yaklaşık Sayı Sistemi	2
1.2.2. Kesin Sayı Sistemi	4
1.3. Şipşak Sayılama	4
1.3.1. Algısal Şipşak Sayılama	5
1.3.2. Kavramsal Şipşak Sayılama	5
1.4. Sayı Algısıyla İlgili Görüntüleme Çalışmaları	6
1.4.1. İntraparyetal Sulkusun Horizontal Segmenti (IPSH)	7
1.4.2. Posterior Superior Paryetal Lob (PSPL)	8
1.4.3. Sol Hemisferin Angular Girusu (SAG)	8
1.5. Diskalkuli (veya Gelişimsel Diskalkuli)	9
1.5.1. Diskalkuli Belirtileri ve Tedavisi	10
1.5.2. Diskalkuli Etiyopatogenezi	11
1.5.2.1. Çekirdek Yetmezlik Hipotezi	11
1.5.2.2. Erişim Bozukluğu Hipotezi	12
1.5.3. Diskalkuli Çalışmalarında Kullanılan Görevler	13
1.5.3.1. Nokta Sayma	13
1.5.3.2. Sayı Karşılaştırma	14
1.5.3.3. Sayı Doğrusu Tahmini	15
1.5.3.4. Basit Aritmetik	15
1.5.4. Diskalkuli Ayırıcısı	16
1.5.4.1. Nokta Sayma	16
1.5.4.2. Sayıları Kıyaslama	17
1.5.4.3. Yaşa Uygun Aritmetik İşlem Becerisi	18
1.6. Çalışmanın Amacı	18
1.7. Çalışmanın Hipotezleri	19

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Denekler	20
2.1.1. Diskalkuli Grubu	21
2.1.2. Kontrol Grubu	21
2.2. Prosedür	22
2.2.1. Okullarda Yapılan Taramada Kullanılan Testler	22

2.2.1.1. Matematik Başarı Testleri (MBT)	22
2.2.1.2. Hesaplama Performans Testi (HPT)	23
2.2.1.3. Raven Testi	23
2.3. Tez Çalışmasına Dâhil Edilen Deneklere Yapılan Uygulamalar	23
2.3.1. El Tercihi Anketi	24
2.3.2. Weschler Çocuklar İçin Zekâ Ölçeği, Gözden Geçirilmiş Form (WISC-R)	24
2.3.3. Okuma Hızı Tayini	25
2.3.4. Psikiyatrik Muayene	25
2.4. Davranışsal Paradigma	25
2.4.1. Sembolik Sayı Karşılaştırma Testi	26
2.4.2. Nokta Karşılaştırma Testi	27
2.4.3. Zihinsel Sayı Doğrusu Testi	28
2.5. Etik Yaklaşım	31
2.6. Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi	31
2.6.1. İstatistiksel Analizler	31
3. BULGULAR	
3.1. Yaş, Zekâ, Okuma ve Matematik Becerileri Verileri	32
3.1.1. Yaş	32
3.1.2. WISC-R	33
3.1.3. RAVEN	33
3.1.4. Okuma Hızı (Kelime)	33
3.1.5. Hesaplama Performansı Testi - Karışık (HPT-Karışık)	33
3.1.6. Matematik Başarı Testi (MBT)	34
3.2. Davranış Testleri Verileri	34
3.2.1. Sayı Karşılaştırma Testi	34
3.2.2. Nokta Karşılaştırma Testi	35
3.2.3. Zihinsel Sayı Doğrusu Testi	36
4. TARTIŞMA	
4.1. Zekâ ve Okuma Hızı Verileri	38
4.2. Matematik Becerisi Farklılıkları	40
4.3. Bilgisayarda Uygulanan Matematik Testleri Verileri	41
5.SONUÇ VE ÖNERİLER	44
ÖZET	45
SUMMARY	46
RESUMEN	47
KAYNAKLAR	48
EKLER	
Ek 1. Demografik Bilgi Formu	60
Ek 2. El Tercihi Anketi	61
Ek 3. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul İzin Formu	62
Ek 4. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	65
Ek 5. Onam Formu	67

Ek 6. Araştırma İzni	69
Ek 7. Örnekleme Alınan Okulların Sosyo-ekonomik Düzeylere Göre Sınıflandırılması	70
ÖZGEÇMİŞ	71

ÖNSÖZ

Matematik hayatımızın her alanında kullandığımız bir kavramdır. Matematik öğrenme güçlüğü (diskalkuli) özel öğrenme bozukluklarının bir parçası olarak kabul edilir. Diskalkuli, çocuklarda %5 sıklıkta görülen, henüz kesin bir tedavisi olmayan bir bozukluktur.

“Matematik Öğrenme Güçlüğü (Diskalkuli) Hastaları ve Sağlıklı Kontrollerde Sayı İşleme Performansının Değerlendirilmesi” isimli proje ile TÜBİTAK tarafından desteklenen araştırmada, matematik öğrenme güçlüğü (diskalkuli) görülen çocuklarda sayı işleme performansını, sağlıklı çocuklarla karşılaştırarak, bu iki grupta ne gibi farkların olduğunun incelenmesi amaçlanmıştır. Matematik öğrenme güçlüğü (diskalkuli) olan çocuklar ve sağlıklı kontrollerde sayı algısı davranışsal yöntemle değerlendirilmiş ve davranış verileri hasta/kontrol farkı açısından karşılaştırılmıştır.

Bölüme ilk geldiğim günden bu yana “İyi bir akademisyen nasıl olunur?” sorusunun cevabını bana her yönüyle gösteren, tüm çalışmalarımda akademik bilgisiyle yoluma ışık tutan, bana her konuda destek olan, çalışmanın tasarlanması, yürütülmesi ve tez yazım aşamalarında yardımlarını esirgemeyen çok değerli tez danışmanım Prof. Dr. Metehan Çiçek’e,

Fizyoloji Yüksek Lisans eğitimim süresince kendimi büyük bir ailenin bireyi olarak hissetmemi sağlayan, beni her konuda destekleyen ve verdikleri bilgiler ile akademik hayatıma katkılarından dolayı çok değerli hocalarım Prof. Dr. Metin Baştuğ, Prof. Dr. Erhan Nalçacı, Prof. Dr. Canan Kalaycıoğlu, Prof. Dr. Hakan Fıçıcılar, Prof. Dr. Gülriz Ersöz, Prof. Dr. Emine Koç, Prof. Dr. Nezahat Zaloğlu, Prof. Dr. Ahmet Ergün, Yar. Doç. Dr. Ali Doğan Dursun, Öğr. Gör. Dr. Emel Güneş’e,

Vefatıyla bizi derinden sarsan, gülümsemesini unutamayacağımız bölümümüzün değerli hocalarından Öğr. Gör. Dr. A. Banu Ocakçıoğlu’na,

Her sorunda yardımına koşan Fizyoloji Anabilim Dalı personeli Ahmet Özsuyu, Fatma Durukan, Işıl Şener, Erdal Özkan, İsmail Serbest ve Selami Olpak’a,

Bu çalışmanın tasarlanmasında ve yürütülmesinde emeği geçen tez eş danışmanım Prof. Dr. Özgür Öner’e,

Araştırmanın temel fikrini sunan, çalışmanın en önemli kısmının çok kısa bir sürede tamamlanmasını sağlayan, proje danışmanımız, değerli hocam Prof. Dr. Sinan Olkun'a,

Bilgisayarda kullanılan deney paradigmasının geliştirilmesini sağlayan ve her türlü teknik problemde imdadıma yetişen, dostluklarıyla her zaman yanımda olan Uzm. H. Emre Kale, Tansu Birsoy ve Farhad Nassehi'ye,

Tez çalışmamın kısımlarını içeren çocukların psikolojik muayenesini yapan Uzm. Dr. Pınar Uran ve IQ testlerini yapan, çalışma boyunca dostluğunu esirgemeyen, her sorunda yanımda olan Uzman Psikolog Öykü Mançe Çalışır'a,

Fizyoloji eğitimim boyunca gerek akademik gerek kişisel sorunlarımda her zaman beni sabırla dinleyen, desteklerini esirgemeyen, verdikleri bilgilerle ufku genişleten çok değerli asistan arkadaşlarım Fırat Akat, Sertaç Üstün, Simge Aykan Zergeroğlu, Kutluhan Ertekin, Hasan Çalışkan, Yakup Tatar, Evrim Gökçe, Hümeysra Çolaker Çelik, Göktuğ Ömercioğlu'na,

Tez çalışmamda istatistiksel bulguların değerlendirilmesinde yardımını esirgemeyen, hayatımda çok özel bir yeri bulunan, yaptıklarıyla olay olan ve beni hep güldüren sevgili dostum Selin Çağın'a,

Tez çalışmasının bilgisayarda düzenlenmesinde yardımlarını esirgemeyen, hayatta güvendiğim ve her durumda sırtımı dayayabileceğim yüce dağlardan Gülşah Örsel ve Hüseyin Ali Bolat'a,

Bugüne kadar verdikleri maddi ve manevi tüm destekler için ve sevgilerini hiç esirgemeyip hep yanımda oldukları için canım aileme,

Hayatımdaki büyük kararlarda hep arkamda olan, sevgisiyle aslında dünyadaki tüm güzelliklere sahip olduğumu hissettiren Javier Artech Landi'ye,

Son olarak, şu an adı gibi uzaklarda olup ışığını dünyama yansıtan, beni büyüten, her zaman yüreğimde yaşayacak olan anneannem Yıldız Özer'e,

Teşekkür ederim.

SİMGELER VE KISALTMALAR

AÜBAUM	Ankara Üniversitesi Beyin Araştırmaları Merkezi
ÇGDBŞÖ-ŞY	Çocuk ve Gençler İçin Duygulanım Bozukluğu ve Şizofreni Ölçeği - Şimdi ve Yaşam Boyu Versiyonu
DEHB	Dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu
HPT	Hesaplama performans testi
HPT-KARIŞIK	Hesaplama performansı testi - karışık
IPS	İntraparyetal sulkus
IPSH	İntraparyetal sulkusun horizontal segmenti
İMRG	İşlevsel manyetik rezonans görüntüleme
KSS	Kesin sayı sistemi
MBT	Matematik başarı testleri
PSPL	Posterior superior paryetal lob
SAG	Sol hemisferin angular girusu
WISC-R	Weschler Çocuklar İçin Zekâ Ölçeği
YSS	Yaklaşık sayı sistemi

ŞEKİLLER

- Şekil 1.1.** Sayı-ilişkili görevler sırasında yapılan işlevsel manyetik 7 rezonans görüntüleme (İMRG) çalışmalarının değerlendirildiği bir meta-analiz çalışmasından elde edilen üç paryetal bölgenin majör aktivasyonlarının üç boyutlu gösterimi(Piazza ve Dehaene, 2004'ten değiştirilerek alınmıştır).
- Şekil 1.2.** Bilgisayarda yapılan nokta sayma testinden bir örnek 17 (Butterworth, 2003'ten değiştirilerek alınmıştır).
- Şekil 1.3.** Bilgisayarda yapılan sayı kıyaslama testinden bir örnek 17 (Butterworth, 2003'ten değiştirilerek alınmıştır).
- Şekil 1.4.** Bilgisayarda yapılan yaşa uygun aritmetik işlem beceri 18 testinden bir örnek (Butterworth, 2003'ten değiştirilerek alınmıştır).
- Şekil 2.1.** Sembolik sayı karşılaştırma testinde bilgisayar ekranından 27 katılımcılara sunulan uyarlardan bir örnek.
- Şekil 2.2.** Nokta karşılaştırma testinde bilgisayar ekranından 28 katılımcılara sunulan uyarlardan bir örnek.
- Şekil 2.3.** Zihinsel sayı doğrusu testinde bilgisayar ekranından 29 katılımcılara sunulan uyarlardan bir örnek.
- Şekil 3.1.** Hasta ve kontrol (sağlıklı) gruplarına uygulanan sayı 34 karşılaştırma testi yüzde doğruluk oran sonuçları.
- Şekil 3.2.** Hasta ve kontrol (sağlıklı) gruplarına uygulanan sayı 35 karşılaştırma testi reaksiyon zamanları sonuçları.
- Şekil 3.3.** Hasta ve kontrol (sağlıklı) gruplarına uygulanan nokta 35 karşılaştırma testi yüzde doğruluk oran sonuçları.
- Şekil 3.4.** Hasta ve kontrol (sağlıklı) gruplarına uygulanan nokta 36 karşılaştırma testi reaksiyon zamanları sonuçları.

Şekil 3.5. Hasta ve kontrol (sağlıklı) gruplarına uygulanan zihinsel 36 sayı doğrusu testi yüzde hata oran sonuçları.

Şekil 3.6. Hasta ve kontrol (sağlıklı) gruplarına uygulanan zihinsel 37 sayı doğrusu testi reaksiyon zamanları sonuçları.

ÇİZELGELER

Çizelge 2.1. Bilgisayarda uygulanan davranış paradigmasında kullanılan sayılar 30

Çizelge 3.1. Kontrol ve hasta gruplarında yaş, zekâ ve matematik becerileri analiz sonuçları (ortalama \pm standart hata) 32

1. GİRİŞ

1.1. Sayı Algısı

Sayı, sayma ve hesaplamada kullanılan, belirli bir miktar temsil eden, kelime, sembol veya figür ile ifade edilen aritmetik değerdir (Oxford Dictionaries, 2015) ve bizi çevreleyen dünyaya anlam verebilmemizi sağlayan temel bir parametredir. Sayı algısı ise insan beyninin temel kapasitelerinden biri olup matematik öğrenimi sırasında kişiye rehberlik eden bir sezgi sağlar. Çocuklar tam olarak gelişmemiş bir sayı algısına sahiptirler ancak, sayıları, sayı büyüklüklerini, sayılar arasındaki ilişkileri anlayabilirler. Sayı algısı renk algısı gibi çok basit ve temeldir (Dehaene, 1997).

Sayı algısı, sayısal büyüklükleri tahmin edebilmemizi, hızla anlayabilmemizi ve üzerinde işlem yapabilmemizi sağlar (Dehaene, 1997; Dehaene ve Naccache, 2001). Sayı algısını işlemek kişiye, sayının anlamından karmaşık matematik problemlerini çözmek için geliştirilecek stratejilere; basit sayısal büyüklük karşılaştırmadan sayısal işlemler için çözümler üretmeye; sayısal yanıtları anlamasına kadar çeşitli olanaklar verir (Dehaene, 1997; Dehaene ve Naccache, 2001 ve Geary, 1995). Sayı algısının bileşenleri, temel ilkelere uymayı, basamak değerlerini anlamayı, değerleri karşılaştırmayı ya da yerine koymayı veya sayıların kesin büyüklüklerini anlamayı da içerir (Bobis, 2008). Bobis'in (1996) tanımına göre sayı algısı, insanın sayı ve sayılar arasındaki ilişkiyi anlayabilmesini, matematiksel problemleri çözmesini sağlayan, sayı bilgisinin iyi düzenlenmiş düşünsel çerçevesidir.

Sayı algısı, uzun yıllardır çocukların matematik gelişiminin temeli olarak kabul edilmiştir (Australian Education Council, 1990; National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000; Sowder, 1988). Sayı algısı kuvvetli olan bir öğrenci; sayılar arasındaki ilişkileri ve işlemleri anlayabilme, akıldan hesaplamalar yapabilme yeteneğine sahiptir. ABD Matematik Öğretmenleri Ulusal Konseyi (The National

Council of Teachers of Mathematics, 1989) sayı algısını karakterize eden beş bileşen olduğunu ileri sürmüştür. Bunlar; 1) Sayı anlamı 2) Sayı ilişkileri 3) Sayının boyutsal büyüklüğü 4) Sayısal işlemler 5) Sayıların miktarları olarak belirtmiştir.

Araştırmacılar, zihinsel hesaplama (Hope ve Sherrill, 1987; Trafton, 1992), hesaba dayalı tahmin (Bobis, 1991; Case ve Sowder, 1990); sayıların boyutsal büyüklükleri arasında karar verilmesi (Sowder, 1988); parça-bütün ilişkilerini tanıma ve yerine koyma kavramlarını algılama (Fischer, 1990; Ross, 1989); problem çözme (Cobb ve ark., 1991) gibi matematiksel faaliyetlerde kabiliyetli olan öğrencilerde gözlenen beceriler ile iyi bir sayı algısı bağlantısını göstermişlerdir.

1.2. Sayı Çekirdek Sistemi Modeli

Bir sosyal bilim olan eğitim ile sinirbilimin ortak çabasıyla ortaya atılan sayı algısı ile ilgili modeller, değişik işlevsel alt bileşenleri ve bunların yürütüldüğü beyin bölgelerini birlikte kapsadığı varsayılacak **çekirdek sistem** kavramını öne çıkarmaktadır. Feigenson ve arkadaşları (2004) tarafından önerilen sayı çekirdek sistemi iki alt sistemden oluşur. Birincisi yaklaşık sayı sistemi (YSS) olarak adlandırılır ve yaklaşık sayısal büyüklükleri temsil ederken; diğeri kesin sayı sistemidir (KSS) ve küçük sayıları tam olarak temsil eder (Izard ve ark., 2008). İki alt sistemin birbirlerinden bağımsız bir şekilde çalıştığı ileri sürülmektedir (Feigenson ve ark., 2004).

1.2.1. Yaklaşık Sayı Sistemi

Yaklaşık sayı sistemi hızlı, otomatik, sezgiseldir ve genellikle beş ve beşten büyük çokluklarla ilgili olduğu öne sürülür (Dehaene, 2009; Halberda ve ark., 2008). İnsanın bir dizi ögenin sayısını hızlı bir şekilde tahmin etmesini sağlayan yaklaşık sayı sisteminin varlığı ileri sürülmektedir (Dehaene, 1997; Feigenson ve ark., 2004; Gallistel, 2011). Örneğin, şarap tatmak için 30 kişi ile bir yerdeyseniz ve masada

sadece 20 adet bardak varsa, yaklaşık sayı sistemi saymadan sizin orada yeterli bardak olup olmadığını görmeye olanak verir. YSS' de sayısal çokluklar arasındaki oran görev zorluğunu etkiler (Negen ve Sarnecka, 2015). Yukarıda verilen örnekte 2:3 oranda (20 adet bardak: 30kişi) ayırım yapmak oldukça kolaydır. Fakat 120 bardak ve 130 kişi (oran 12:13) olsaydı herkes için yeterli bardak olup olmadığını söylemek çok zor olurdu. Yaklaşık sayı sistemiyle ilgili ontogenetik ve filogenetik bulgular elde edilmiştir. Sayı algısının YSS yoluyla yeni doğanlarda (Izard ve ark., 2009) ve çeşitli hayvan türlerinde de (Hauser ve ark., 2002) olduğu bulunmuştur.

YSS'nin, sembolik sayı görevlerinin gerçekleştirilmesiyle ilgili olduğu ileri sürülmüştür (Dehaene ve ark., 2003; Piazza ve ark., 2007). Buna ek olarak ileri matematik için temel sağlayabilir (Gilmore ve ark., 2007). Buna rağmen, YSS sadece yaklaşık sayıyı temsil eder (Dehaene, 1997; Gallistel ve Gelman, 2000), ve sayısal temsildeki hata oranı erişkinlere göre bebeklerde daha fazladır (Picave ark., 2004; Xu ve Spelke, 2000).

İlginç bir şekilde, YSS ile ilgili görevlerdeki başarı (veya keskinlik) bireyler arasında değişkenlik gösterir ve bu değişkenlik yaşamın erken dönemlerinde mevcut bulunmaktadır (Libertus ve Brannon, 2010; Piazza ve ark., 2010). Görevlerdeki başarı, önemli ölçüde yaşamın ilk yıllarında olmak üzere, gelişim sırasında sürekli artar (Halberda ve Feigenson, 2008; Piazza ve ark., 2010). Yeni doğanlar 1:3 oranlı sayısal öğeleri birbirinden ayırt edebilirken, doğumdan sonra 6. ayda bu oran 1:2, 9-12 ay arasında 2:3 olarak gözlenmiştir (Libertus ve Brannon, 2010; Lipton, Spelke, 2003; Xu, Spelke, 2000). Üç-dört yaşlarındaki çocuklar 3:4'lük bir oranı ayırt edebilir ve 20 yaş ve üstündeki yetişkinlerde bu oran 7:8 olmaktadır (Halberda, Feigenson, 2008; Piazza ve ark., 2010).

1.2.2. Kesin Sayı Sistemi

İnsanlarda erken çocukluk döneminde önce aile içinde ve sonrasında okulda gerçekleşen matematik öğrenme süreciyle ilişkili olarak kesin sayı sisteminin geliştiği öne sürülebilir. KSS'nin dört ve altındaki çokluklarla ilişkili olduğu rapor edilmektedir (Trick ve Pylyshyn,1994). KSS'nin varlığı ilk defa sembolik sayılar için uzaklık ve büyüklük etkisinin sembolik olmayanlarda daha küçük olduğu gösterildiğinde ortaya atılmıştır (Buckley ve Gillman, 1974).

KSS'nin gelişmesi daha fazla zaman alır. Bu sistemin ayrıca dil ile ilgili olduğunun kanıtları vardır (Frank ve ark., 2012; Pica ve ark., 2004). Kesin sayı ile ilgili görevlerde dil ile ilgili beyin bölgelerinin de aktive olduğu bulunmuştur (Dehaene ve ark., 2003; Dehaene ve ark., 2004). Konuşma gücünü çeken çocukların, dilsel ve sayısal yetenekler arasındaki bağlantıları doğrular şekilde, kesin sayı görevlerinde zorluk çektikleri rapor edilmiştir (Donlan ve ark., 2007).

İnsanda KSS ile ilgili görevler sırasında sol intraparyetal sulkusta (IPS) anlamlı aktivasyon gösterilmiştir (Piazza ve ark., 2006) ve çalışmalar sonucunda bu sistemin sol hemisferde daha baskın olduğu ortaya konmuştur (Cohen ve Dehaene, 1991; Cohen ve Dehaene, 1996).

1.3. Şipşak Sayılama

Yetişkinler 1 ile 4 arasındaki noktaları sayarken bunu hızlı ve neredeyse mükemmel bir şekilde yaparken sayılar 4'ün üstüne çıktığında ise yanlış yapma oranları ve cevaplama süreleri hızla yükselir. Bu değişim şipşak sayılama yoluyla büyük sayıların işlenmesinden farklı bir yol izlendiği kanısını ortaya koyar (Trick ve Pylyshyn,1994).

Şipşak sayılama, küçük çoklukları anında ve otomatik olarak saymak zorunda kalmadan tanımak anlamına gelir (Clements, 1999; Clements ve Sarama, 2009; Jung

ve ark., 2013; Moeller ve ark., 2009). Çocuklar üç nesneyi şipşak sayılabiliyorken, yetişkinler dört nesneyi şipşak sayılabilmektedir (Nan ve ark., 2006; Piazza ve ark., 2006; Simon ve Vaishnavi, 1996; Starkey ve Cooper, 1995; Watson ve ark., 2005; Watson ve ark., 2007). Şipşak sayılama algısal ve kavramsal olarak iki alt bileşene ayrılabilir (Clements, 1999).

1.3.1. Algısal Şipşak Sayılama

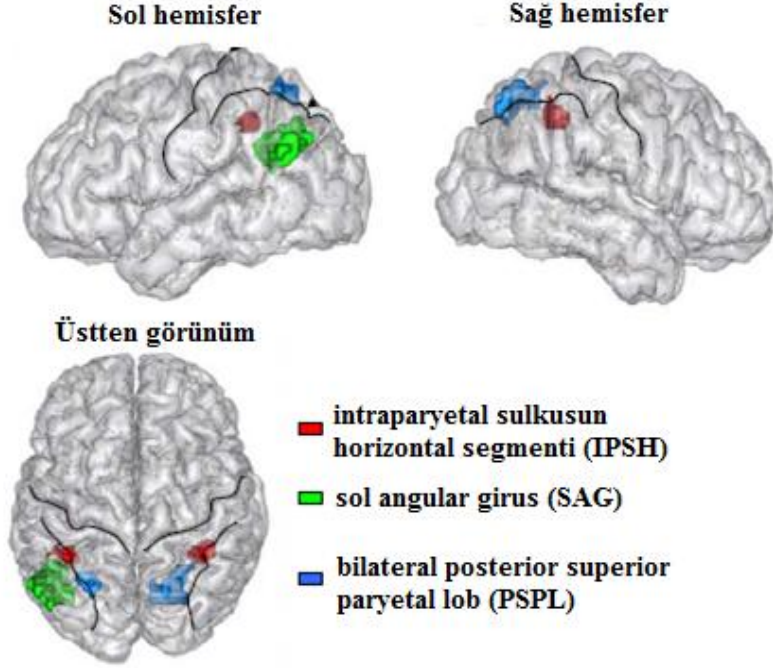
Algısal şipşak sayılama, matematik işlemi kullanmadan bir sayıyı tanımadır. 5'ten az sayıda bir nesne grubunun sayısını tek bakışta ve hızlıca belirleme olarak da tanımlanır (Clements, 1999). Starkey ve ark. (1990) yaptıkları çalışmada altı aylık bebeklerde bu sayılama türünü ölçmeye çalışmışlardır. Bu çalışmada bebeğin karşısına üç adet resim getirilmiş ve birinci resimde iki adet nokta gösterilirken, diğerlerinde ise bir ve üç nokta gösterilmiştir. Daha sonra üç vuruşlu davul sesi dinletildiğinde bebeğin gözleri üç noktalı resme odaklanmıştır. Böylece çocukların matematiksel bilgiyi öğrenmeden sayma için birtakım birimler oluşturma becerisine sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

1.3.2. Kavramsal Şipşak Sayılama

Kavramsal şipşak sayılama, insanların çoklukları gruplar halinde görmeleri ve onlar üzerinde işlem yürütebilmeleridir (Clements, 1999). Kişiler, sekiz noktalı bir domino taşını dört noktadan oluşan iki grup halinde görebilmektedirler. Bu durum insanların sayıları ve sayı örüntülerini bileşik birimler halinde görme becerilerine sahip olduklarını göstermektedir (Clements, 1999; Steffe ve Cobb, 1988). Clements'e (1999) göre çocukların bir çokluğu hızlı bir şekilde gruplara ayırması ve sayısını belirlemesi sayı algısı ve matematik becerilerinin gelişimi için önemli bir basamak oluşturmaktadır.

1.4. Sayı Algısıyla İlgili Görüntüleme Çalışmaları

İnsanda ve hayvanda bulunan ortak mekanizmaların sayısal büyüklükleri temsil ettiği ve sayısal sembollerin anlaşılması için önemli olduğu ileri sürülmüştür (Butterworth, 1999; Dehaene, 1997). Yapılan görüntüleme çalışmaları sayısal büyüklükleri temsil ettiği ileri sürülen hipotetik çekirdek sistemin önemli bir ögesinin intraparyetal sulkusun horizontal segmentleri (IPSH) olduğunu düşündürmektedir. Sayı-ilişkili görevler sırasında yapılan işlevsel manyetik rezonans görüntüleme (fMRG) çalışmalarının değerlendirildiği bir meta-analiz çalışması paryetal bölgelerin farklı bölgelerini farklı işlevlerle ilişkilendirmiştir. Sayı işlemeye ilgili paryetal aktivasyonları üç kısma bölmek olasıdır (Şekil 1.1). Bilateral intraparyetal sulkusun horizontal segmentinin sayısal büyüklüğün gösterilmesinden, sol hemisferin angular girusunun sayıların sözel işlemlerinden, bilateral posterior superior paryetal lobun sayıları görsel uzaysal işlemlerden, sorumlu olduğu ileri sürülmüştür (Piazza ve Dehaene, 2004).



Şekil 1.1. Sayı-ilişkili görevler sırasında yapılan işlevsel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) çalışmalarının değerlendirildiği bir meta-analiz çalışmasından elde edilen üç paryetal bölgenin majör aktivasyonlarının üç boyutlu gösterimi (Piazza ve Dehaene, 2004'ten değiştirilerek alınmıştır).

1.4.1. İntraparyetal Sulkusun Horizontal Segmenti (IPSH)

Denekler hesaplama yaptıkları zaman sadece sayısal sembolleri okudukları zamankine kıyasla IPSH daha çok aktive olmuştur. Denekler bir adet yerine iki toplama ya da çıkartma yaptıkları zaman IPSH'nde aktivasyon artmıştır (Menon ve ark., 2000). Deneğe bir problem verildiği zaman hesaplama sırasında, cevabı yaklaşık olarak tahmin ederken, cevabı kesin olarak hesaplamaya göre IPSH daha çok aktive olmuştur (Dehaene ve ark., 1999). Bu bölge ayrıca çıkarma işlemi yaparken çarpmaya göre yine daha çok aktive olmuştur. Bunun nedeninin çarpmanın ezbere dayalı olduğu ileri sürülmüştür (Chochon ve ark., 1999; Lee, 2000).

Sayıların boyutsal büyüklüklerinin değerlendirilmesi ile sadece okuma görevi karşılaştırıldığında IPSH daha fazla aktive olmuştur (Chochon ve ark., 1999). Birçok

çalışma, IPSH'nde sayı işlemede, diğer sayısal olmayan obje kategorilerini işlemeye göre daha fazla aktivasyon bulmuştur (Le Clec'H ve ark.,2000; Pesenti ve ark., 2000; Thioux ve ark., 2002). Deneklere sayıları ifade eden kelimeler, noktalar ya da tonlar gösterildiğinde (Le Clec'H ve ark., 2000; Piazza ve ark., 2002a; Piazza ve ark., 2002b; Pinel ve ark., 2001) ve sayısal sembollerin subliminal olarak verilip büyüklüklerinin karşılaştırıldığı bir görev sırasında yine IPSH aktive olmuştur (Dehaene, 1992; Dehaene, 1997; Dehaene ve Marques, 2002).

1.4.2. Posterior Superior Paryetal Lob (PSPL)

PSPL' un, IPSH ile birlikte çalışarak, sayı karşılaştırma (Pesenti ve ark., 2000; Pinel ve ark., 2001), sayısal tahmin (Dehaene ve ark., 1999), çıkarma işlemleri (Lee, 2000) ve sayı sayma (Piazza ve ark., 2002; Piazza ve ark., 2003) gibi sayı işleme görevlerinde aktive olduğu gözlenmiştir. Deneklere iki işlemlilik bir hesaplama verildiğinde tek işleme göre aktivasyonun arttığı gözlenmiştir (Menon ve ark., 2000). Fakat bu beyin bölgesinin işlevleri sadece sayısal işleme ilişkili değildir. PSPL'un el uzatma, kavrama, göz ve/veya dikkat yönlendirme, zihinsel sıralama ve uzaysal işleyen bellek gibi görsel uzaysal görevlerde merkezi bir rol oynadığı gösterilmiştir (Corbetta ve ark., 2000; Culham ve Kanwisher, 2001; Simon ve ark., 2002).

1.4.3. Sol Hemisferin Angular Girusu (SAG)

Aritmetik testlerde, sözel işleme gerektiren görevlerde sol angular girusun (SAG) aktivasyonun arttığı gözlenmiştir. Örneğin, bu bölge kesin hesaplamada tahmine dayalı hesaplama göre daha çok aktive olmuştur (Dehaene ve ark., 1999). Diğer taraftan, kesin hesaplama için, sol angular girusta ezberci sözel bellek gerektiren çarpma işlemi yapıldığında, bölme işlemine göre daha fazla aktivasyon bulunmuştur (Piazza ve Dehaene 2004).

Bu bölge dil sistemin bir parçası olup, çarpma gibi bazı matematiksel işlemlere katkıda bulunan, özellikle sayıların sözel kodlamasını yapan bir yerdir (Dehaene ve ark., 2003). SAG sadece hesaplamada değil, kısa süreli sözel hafıza görevleri ya da okuma gibi değişik çeşitteki dil aracılı işlemi içerir (Fiez ve Petersen, 1998; Paulesu ve ark., 1993; Price, 1998). Özetle, sayı işlemede SAG' un katkısı aritmetik hesaplamaların dilsel kökeni ile ilişkili olabilir (Dehaene ve ark., 2003).

1.5. Diskalkuli (veya Gelişimsel Diskalkuli)

Yunanca'da “dys” kötü, “calculia” saymak anlamına gelmektedir. Bu yüzden “dyscalculia” nın kelime anlamı kötü saymadır (Messenger ve ark., 2007). “Matematik öğrenme bozukluğu” olarak da kullanılmaktadır. İngiltere Eğitim ve Beceriler Bakanlığı (DfES, 2001) matematik öğrenme bozukluğunu, aritmetik becerileri kazanma yeteneğini olumsuz etkileyen bir durum olarak tanımlamıştır. Diskalkuli ile ilgili daha birçok tanımlama yapılmakla birlikte en genel anlamda, matematiksel ilişkileri kurma, kavrama ve hesaplamada, sayısal sembolleri tanıma, kullanma ve yazmada açığa çıkan bozukluk ya da yetersizliktir (Beachman ve Trott, 2005; Butterworth, 2003).

Diskalkuli sayısal çoklukları anlamaya yönelik bilişsel bir rahatsızlığın sonucu olarak değerlendirilmektedir. Bu açıdan bakıldığında diskalkulide görülen bilişsel sorunlardan birkaçı; Semantik hafızadaki anormal temsil (Geary, 1993); Yavaş işleme (Fawcett ve Nicolson, 1994); İşleyen bellekteki bozukluk (Ashcraft ve ark., 1992; Hitch ve McCauley, 1991); Zayıf fonetik temsildir (Geary ve ark., 2000). Diskalkuliklerde ayrıca zayıf el-göz koordinasyonu (Siegel ve Feldman, 1983), sözel olmayan materyaller için zayıf bellek (Fletcher, 1985), zayıf sosyal ilişkiler (Rourke, 1989) görülmüştür.

Diskalkulinin popülasyonda görülme sıklığı %3-6 (Badian, 1983; Gross-Tsur ve ark., 1996; Kosc, 1974; Lewis ve ark., 1994) arasında olduğu halde, disleksiye (okuma güçlüğü) göre çok az tanınan, araştırılan ve tedavi edilen bir hastalıktır. Bu

eksiklik sayı algısının nöral temelleri hakkındaki bilgimizin sonradan gelişmesinin bir sonucudur. Sayı algısı ve diskalkuli hakkında kognitif sinirbilim araştırmaları beyin ve genetik tabanlı olmak üzere gün geçtikçe artmaktadır. Kognitif bilimler diskalkulinin temel nedenini bulamamasına rağmen, bu konuda yapılan birçok çalışma diskalkuli ile diğer öğrenme ve psikolojik bozukluklar arasındaki ilişkiyi araştırmaktadırlar. Shalev ve arkadaşları (1997), diskalkulik çocukların %17'sinde disleksi ve %26'sında hiperaktivite olduğunu göstermişlerdir.

Butterworth (1999), disleksi tanısı koyduğu öğrencilerin matematik problemlerini anlamada güçlük çektiklerini rapor etmiştir. Diskalkulinin genetik olduğunu öne süren görüşler de vardır (Ansari ve ark., 2002). Yapılan araştırmalar diskalkulinin tek yumurta ikizlerinde daha sık, çift yumurta ikizleri ve diğer kardeşlerde daha seyrek grldğun göstermiştir (Alarcon ve ark., 1997; Shalev ve ark., 2001). Diskalkulik olduğu düşünülen çocuklara tanı koymak oldukça güçtür. Gelişimsel diskalkulinin beyin fonksiyonlarında zgn bir bozukluğa bağlı olduğu dşnlmektedir (Kosc, 1974; Shalev, Gross-Tsur, 1993; Shalev, Gross-Tsur, 2001).

1.5.1. Diskalkuli Belirtileri ve Tedavisi

Amerika ğrenme Güçlüğü Derneği (2004) diskalkuli belirtilerini özetlemiştir. Diskalkulikler sayıların basamak değerlerini, miktarlarını, sayı doğrusunu, dört işlem problemlerini anlamakta ve çözmemekte başarısız olurlar. Olayları sıralamada güçlük çekerler. Matematiksel işlemler için gereken adımları kullanmada, kesirleri anlamada, para üstü vermede zorlanırlar. Matematiksel işlemleri çözme ve anlatmada yetersizlerdir ve saat, gün, hafta, ay gibi kavramları anlamada güçlük yaşarlar.

Diskalkuliyi tedavi etmek amacıyla kognitif sinirbilim kanıtlarına dayanarak birçok adaptif bilgisayarlı eğitim aracı geliştirilmiştir. Bunlardan biri 'Sayı Yarışı (The Number Race)' diskalkuliklerde sayısal büyüklükte doğruluğu artırmak için dizayn edilmiştir (Wilson ve ark., 2006). Bu oyun çocuklara iki nokta dizilişinden hangisinde daha fazla sayıda nokta olduğunu sorar ve doğru yanıtı dayalı

geribildirim sağlamaya ek olarak, performansa göre setler arasındaki sayısal farkı ayarlar ve görevi daha kolay ya da daha zor hale getirir. Bir diğeri ise, ‘Grafo Oyunu (Graphogame)’ birinci araçla aynı mantığı izler ve bireylerin nesne setlerini karşılaştırmasını ister. Yaklaşık tahmine odaklı sayı yarışından farklı olarak, grafo oyunu kesin sayı çokluklarına odaklı çalışır ve nesnelere ile rakamlar arasında bağlantı kurdukmayı amaçlar (<http://info.graphogame.com/>). Bunlar gibi daha pek çok araç vardır. Fakat bu araçlar diskalkuli tedavisinde beklenen etkiyi yaratmamaktadır (Price ve Ansari, 2013).

1.5.2. Diskalkuli Etiyopatogenezi

1.5.2.1. Çekirdek Yetmezlik Hipotezi

Diskalkuli ve disleksi araştırmalarının arasındaki 20 yıllık gecikme bu iki hastalık arasında benzerliklerin bulunabileceği konusundaki araştırmaların hız kazanmasına olanak sağlamıştır. Bir ilgi çekici ve önemli benzerlik, disleksi alanında kabul gören çekirdek yetmezlik hipotezidir (Goswami, 2003). Bu hipotez disleksiye önleme ve iyileştirme açısından birçok avantaj sağlamıştır (Eden, 2002; Tallal ve ark., 1996; Temple ve ark., 2003). Çekirdek yetmezlik hipotezi gelişimsel diskalkuli tanısı koyulmuş çocukların sembolik olmayan sayısal büyüklükleri zihinlerinde canlandıramadıklarını ve bu büyüklüklerle işlem yapamadıklarını belirtir (Kaufmann, 2008).

Llanderl ve arkadaşları (2004), diskalkulik 8 ve 9 yaşındaki çocuk grubunu teste tabi tutmuş ve sayı işleme performans sonuçlarını kontrol grubuyla karşılaştırmıştır. Diskalkulik çocukların hızlarının sayısal olmayan nesne karşılaştırma test sonuçlarında normal olmasına rağmen, sayı karşılaştırma testinde yavaş olduğu görülmüştür. Ayrıca diskalkulik çocuklarda kontrol grubuna göre şişsak sayılama yaparken reaksiyon zamanlarında belirgin bir artış görülmüştür (Koontz ve Berch, 1996).

Basit sayı görevlerini kullanan araştırmalardan elde edilen sonuçlar sayı algısında çekirdek yetmezliği hipotezi için ön bir destek sağlar. Diskalkulik çocukların sayı karşılaştırmada ve şipşak sayılamada gösterdiği başarısızlık, bu bozuklukların büyüklüğü göstermeden sorumlu olan intraparyetal sulkusun horizontal bölgesindeki (IPSH) bir işleyiş bozukluğundan kaynaklandığını işaret edebilir (Wilson ve Dehaene, 2007) ya da Butterworth'ün (1999) tanımladığı beyinde sayıları işlemek için özelleşmiş nöral devrelerin (sayı modülünün) zarar görmesi, bireyde diskalkuliye neden olabilir.

1.5.2.2. Erişim Bozukluğu Hipotezi

Diskalkulikler sayısal işlemede tek başına sorun yaşamaktan ziyade sayısal sembollerden sayısal anlamlara erişmede sorun yaşıyor olabilirler. Bu erişim bozukluğu hipotezi ile öne sürülen görüştür.

Diskalkulikler her ne kadar sayısal büyüklüklere semboller ile erişmede yavaşlık gösteriyor olsalar da, kendilerince geliştirdikleri ve sembolik işlemede kullanmaya adapte ettikleri anlamsal özelliklerin bu hipotezle ilgili olduğu düşünölmektedir (Rousselle ve Noël, 2007).

Erişim bozukluğu hipotezi, birçok verinin de kanıtladığı üzere, sözel sayılarla yapılan işlemlerde diskalkuliklerin sayı dizisini okumakta ve saymakta gösterdiği yavaşlığı açıklayabilmektedir (Hitch ve McAuley, 1991; Landerl ve ark., 2004). Birçok araştırmacı diskalkulik çocukların sembolik sayı karşılaştırmada sorun yaşarken, sembolik olmayan sayı karşılaştırmaları doğru bir şekilde yapabildiklerini rapor etmişlerdir (De Smedt ve Gilmore, 2011; Iuculano ve ark., 2008). Bu bulgular az gelişmiş sembolik büyüklük işleme becerilerinden kaynaklanan zayıf matematik yeteneklerinin yol açtığı, erişim bozukluğu hipoteziyle uyumludur. Özellikle diskalkulik çocuklar, sayısal büyüklüklerin sembolik temsillerini (örneğin, rakamlar) sayısal olmayan miktarlarla bağdaştırmada sorun yaşamaktadırlar (Rousselle ve Noël, 2007).

1.5.3. Diskalkuli Çalışmalarında Kullanılan Görevler

Diskalkuli eğiliminin belirlenmesinde birçok görev kullanılmaktadır. Bunlardan en sık kullanılanları nokta sayma, sayı karşılaştırma, sayı doğrusu tahmini ve sayısal miktar karşılaştırmasıdır. Bunlardan nokta sayma, sayı karşılaştırma ve sayı doğrusu tahmini testleri sunulan tez çalışmasında kullanılmıştır.

1.5.3.1. Nokta Sayma

Nokta sayma görevinde kişiden beklenen bilgisayar ekranının iki yanında karşılına çıkan çeşitli çokluktaki noktalara bakması ve ekranın hangi tarafında daha fazla nokta olduğuna karar vermesidir. Antell ve Keating (1983) çalışmalarında rapor ettiklerine göre beş günlük çocuklar beyaz ekran üstünde gösterilen 2 siyah noktayı 1'den ve 2 siyah noktayı 3'ten ayırt edebilmişlerdir.

Landerl ve arkadaşlarının (2004) yaptıkları araştırmada 1'den 10'a kadar noktalar bilgisayarda matematik öğrenme güçlüğü olan ve sağlıklı kontrollerden oluşan iki gruba gösterilmiş ve çocuklardan yanlış yapmadan olabildiğince hızlı ve doğru şekilde noktaları saymaları istemiştir ve reaksiyon zamanları kaydedilmiştir. Çalışma sonunda diskalkulik çocukların sağlıklı yaşlılarına göre verilen nokta sayma görevini daha yavaş yaptıkları ve başarı oralarının düşük olduğu rapor edilmiştir.

Olkun ve arkadaşlarının (2015a) yaptıkları bir diğer çalışmada ise 12 farklı okuldan seçilen 1. sınıftan 4. sınıfa kadar olan 487 çocuğu içeren örneklem üzerinde uygulanan nokta sayma görevlerinde, matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin sağlıklı yaşlılarına göre testlerdeki reaksiyon zamanlarının daha uzun olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bu bulgunun nedeninin diskalkulik çocukların şipşak sayılama mekanizmalarında bir yetersizlik ve sayı modülünde çekirdek bozukluğunun olabileceğini işaret etmişlerdir.

1.5.3.2. Sayı Karşılaştırma

Sayı karşılaştırma görevinde kişilerden bilgisayar ekranının iki tarafında kendilerine gösterilen iki rakamın hangisinin sayısal ve/veya büyüklük bakımından çok olduğuna karar vermeleri istenir. Sayı karşılaştırma, Holloway ve Ansari'nin (2009) belirttiği üzere sayısal büyüklük işlemede düşünülen temel yeteneklerden birisidir. Bu yüzden bu görev sayıları büyüklüklerine göre sıralama ve rakamları anlama kapasitesini değerlendirmek için tasarlanmıştır (Iuculano ve ark., 2008). Sayı karşılaştırma görevleri eğitime çok az dayalıdır çünkü çocuklar okula başlamadan bile bu testleri yapabilme yeteneğine sahiplerdir (Fuson, 1988; Gelman ve Gallistel, 1978).

Yapılan bir çalışmada diskalkulik çocuklar sayısal işlem yapmanın, sembollerle sayı büyüklüklerine karar vermektan daha zor olduğunu belirtmişlerdir (Rousselle ve Noel, 2007). Iuculano ve arkadaşları (2008), diskalkulik ve kontrol grupları arasında sayı karşılaştırma görevlerinde anlamlı bir fark bulmuşlardır.

Sembolik sayı karşılaştırma görevlerinin hızı ve doğruluğunu etkileyen diğer bir değişken, uzaklık etkisi olarak adlandırılır. Dehaene ve arkadaşlarına (1990) göre, uzaklık etkisi, katılımcıların sayılar arasındaki uzaklık çok olunca (1 ile 8 arasında 7) az olmasına (4 ile 6 arasında 2) kıyasla cevap vermede hızlı ve daha doğru oldukları görülmüştür.

Holloway ve Ansari'nin (2009) yaptıkları çalışmada uzaklık etkisindeki kişisel farklılıkların matematik başarısıyla ilgili olabileceği rapor edilmiş ve bu ilişkinin sembolik sayı karşılaştırmaya has bir durum olduğu gösterilmiştir. Başka bir çalışmada ise, diskalkulik çocuklar, kontrol grubuna göre daha büyük bir uzaklık etkisi göstermişlerdir (Mussolin ve ark., 2010). Bu bulgudan yola çıkarak, diskalkulik çocukların sembollerle sayısal büyüklüğü işleyen kognitif sistemlerinde bir bozukluk olabileceği ortaya atılmıştır. Sayı bilgisini yavaş işleyenler daha büyük uzaklık etkisi göstermişlerdir (Olkun ve ark., 2012).

Sonuç olarak sayı karşılaştırma görevinin normal öğrenenleri yavaş öğrenenlere göre ayırıcı bir yapıya sahip olduğu gösterilmiştir. Bu görevlerde gecikme doğruluktan daha önemlidir (Olkun ve ark., 2012). Iuculano ve arkadaşlarına (2008) göre bu durum sayı olarak çoklukları tam olarak kavramaktan çok, sembolik rakamların az anlaşılmasından kaynaklanmaktadır.

1.5.3.3. Sayı Doğrusu Tahmini

Yaklaşık sayı gösterimini ölçebilmek için kullanılan görevlerden biri zihinsel sayı doğrusu görevidir. Bu görevde çocuklara başlangıcında sıfır (0) ve sonunda daha büyük rakamlar yer alan (genelde 10, 100 veya 1000) bir doğru verilir. Daha sonra çocuklardan verilen bir rakamın o doğru üstündeki olası yerini işaretlemesi veya göstermesi istenir (Laski ve Siegler, 2007). Değişik çalışmalar, sayı doğrusu tahmininin, matematik başarısı (Berteletti ve ark., 2010) ve aritmetik öğrenimiyle (Booth ve Siegler, 2008) ilişkili olduğunu göstermiştir. Zihinsel sayı doğrusunda tahmin testinin matematik başarısıyla korele olduğu bulunmuştur ve bu testin matematik öğrenme güçlüğü çeken çocukları, normal gelişim gösteren yaşlılarından ayırabileceği bulunmuştur (Geary ve ark., 2007; Geary ve ark., 2009).

Booth ve Siegler (2008), yeni aritmetik problemlerin öğrenilmesinin sayısal büyüklük temsilinden etkileneceğini öne sürmüştür. Sayıların büyüklüklerini tahmin edebilme yeteneği ve uzaysal olarak onları bir sayı doğrusu üzerine yerleştirebilmek matematik öğrenmede güvenilir bir belirteçtir (Olkun ve ark., 2012).

1.5.3.4. Basit Aritmetik

Aritmetik işlemlerin temel bileşenleri toplama, çıkarma ve çarpmadır. Diskalkulik çocuklar basit sayı kurallarını anlamada ve hatırlamada güçlük çekerler. Bu yüzden, genellikle yaşlılarına göre ileri aritmetik öğrenmede ve sayısal işlem gerektiren matematikte geride kalırlar (Landerl ve ark., 2004). Buna rağmen, sayısal kuralları öğrenirken ve aritmetikle alakalı hesaplama işlemlerinde çekilen güçlüğü;

yetersiz öğretim, uygunsuz öğrenme koşulları, erken öğrenme, ya da motivasyon veya ilgi eksikliği, düşük öz-yeterlilik, yüksek anksiyete gibi bazı duygusal nedenler gibi dışsal sebeplerden kaynaklanıyor olabileceği rapor edilmiştir (Munro, 2003). Bu nedenle aritmetik öğrenimindeki başarısızlık içsel ya da dışsal nedenlerden kaynaklı olabilir (Olkun ve ark., 2012).

1.5.4. Diskalkuli Ayırıcısı

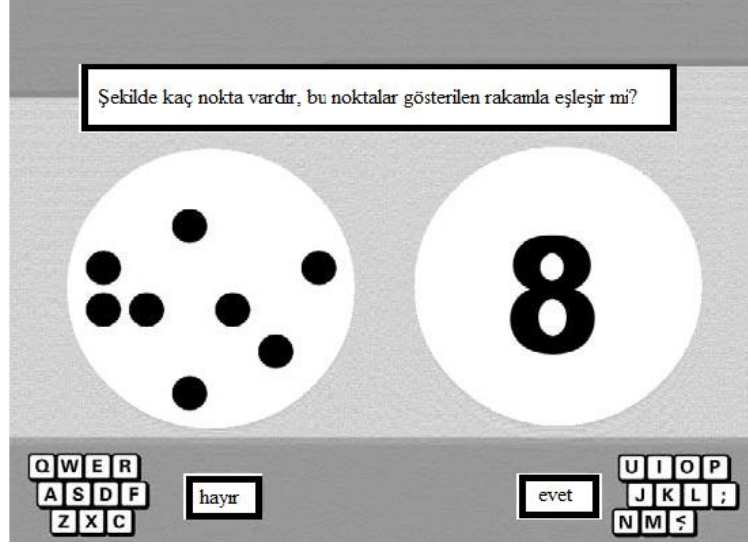
Butterworth (2003) tarafından geliştirilen diskalkuli ayırıcısı, diskalkulinin belirlenmesinde hızlı ve güvenilir bir yol sağlamayı amaçlamıştır. Bu yeni yaklaşım sayısal kapasitenin değerlendirilmesinde zaman sınırlamalı öge testleri kullanılmasını içerir. Bu yaklaşım eğitimsel tecrübe etkisini en aza indirir ve böylece çocuğun temel kapasitesine odaklanılmasını sağlar. Aslında bu diskalkuli için geliştirilen bir tarama bataryasıdır.

Ana testler nokta sayımı ve iki rakamdan sayısal olarak büyük olanı seçmeye yöneliktir. Ayrıca parmak sayanlardan akıldan sayanların ayırımını yapmaya olanak sağlayan zaman sınırlamalı öge testleri kullanılır.

Bu ayırıcı üç testten oluşur ve 6–14 yaş arasındaki çocukların içgüdüsel sayısal yeterliliklerini ölçer. Çocuğun test sorularına verdiği cevaplar analiz edilir ve sonuçta standart puan hesaplanır. Her testten alınan bileşik puanı oluşturmak için cevapların doğruluğu ile ortalama reaksiyon zamanının ilişkisi incelenir. Bu üç test nokta sayımı, sayıları kıyaslama ve yaşa uygun aritmetik işlem becerisinden oluşur.

1.5.4.1. Nokta Sayma

Bu testte noktalar verilerek öğrencinin bu noktaları sayı cinsinden ifade etmesi istenir. Şekilde kaç tane nokta varsa, diğer taraftaki sayının, nokta sayısı ile eşleşip eşleşmediği sorulur (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Bilgisayarda yapılan nokta sayma testinden bir örnek (Butterworth, 2003'ten değiştirilerek alınmıştır).

1.5.4.2. Sayıları Kıyaslama

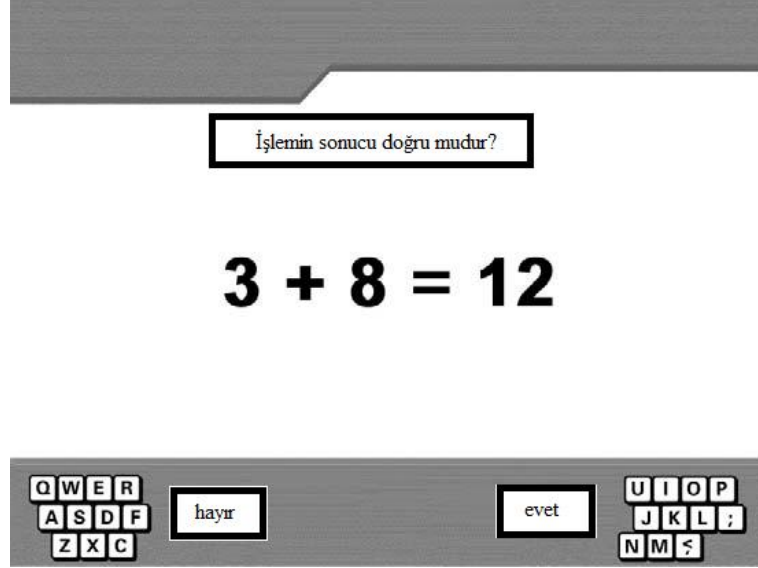
Burada öğrencinin sayıları kıyaslama becerisi ölçülür. Boyutsal olarak birbirinden farklı iki sayının hangisinin sayısal olarak büyük olduğu sorulur (Şekil 1.3).



Şekil 1.3. Bilgisayarda yapılan sayı kıyaslama testinden bir örnek (Butterworth, 2003'ten değiştirilerek alınmıştır).

1.5.4.3. Yaşaya Uygun Aritmetik İşlem Becerisi

Bu testte öğrencinin yaşına uygun toplama, çıkarma ve çarpma işlemi sorulur (Şekil 1.4).



Şekil 1.4. Bilgisayarda yapılan yaşaya uygun aritmetik işlem beceri testinden bir örnek (Butterworth, 2003'ten değiştirilerek alınmıştır).

1.6. Çalışmanın Amacı

Yapılan çalışma öncesinde klinik olmayan bir çocuk örnekleminde matematik beceri taraması yapılmıştır. Bu tarama verilerinden yola çıkarak öğrenme güçlüğü (diskalkuli) görülen bir grup ile yaş ve zekâ açısından farklı olmayan bir sağlıklı kontrol grubu örneklemini oluşturmak istenmiştir. Ayrıca matematik öğrenme güçlüğü (diskalkuli) görülen hastalarda sayı işleme performansını, sağlıklı bireylerle karşılaştırarak, bu iki grupta ne gibi farkların olduğunun incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca hizmet etmek üzere matematik öğrenme güçlüğü (diskalkuli) olan çocuklar ve sağlıklı kontrollerde sayı algısı davranışsal yöntemle değerlendirilmiştir. Davranış verileri hasta/kontrol farkı açısından karşılaştırılmıştır. Çalışmanın bir diğer amacı sonrasında yapılacak bir görüntüleme araştırmasına uygun bir paradigma üretebilmektir.

1.7. Çalışmanın Hipotezleri

Araştırmanın hipotezleri şu şekilde belirlenmiştir:

- 1) Tarama verilerine göre oluşturulan diskalkuli grubu ile sağlıklı kontrollerin zekâ skorları birbirinden farklı olmayacaktır.
- 2) Sayı karşılaştırma, nokta karşılaştırma ve zihinsel sayı doğrusu testlerinde diskalkulik çocukların reaksiyon zamanları ve/veya doğruluk yüzdeleri kontrol grubu sağlıklı çocuklardan farklı olacaktır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Denekler

Çalışmamız öncesinde TÜBİTAK 1001 projesi kapsamında Ankara ili, Çankaya ve Mamak ilçelerinden seçilen, toplam 13 ilkokulda 1944 ilkokul 3. Sınıf öğrencisi matematik öğrenme güçlüğü açısından Milli Eğitim Müdürlüğü'nden alınan izin (EK 6) ile taranmıştır. Bu şekilde hastaneye başvurmadaki yanlılıkları içermeyen klinik olmayan bir örneklem seçimi gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışması kapsamında 1944 kişilik örneklem üzerinde dâhil olma ve olmama kriterlerine göre yapılan bir değerlendirme sonucunda 64 adet kontrol (sağlıklı), 64 adet diskalkulik olma ihtimali olan toplam 128 adet 3. sınıf öğrencisi çalışmamıza dâhil edilmiştir. 128 adet çocuktan 39 çocuğa ulaşılmış olup, çalışmaya katılmaları sağlanmıştır. Bir çocuk psikiyatristi muayenesi ile matematik öğrenme güçlüğü (diskalkuli) tanısı konulmuştur, ayrıca diğer birlikte olabilecek hastalıkları olanlar saptanarak çalışmadan dışlanmıştır. Bu yönüyle doğru bir sınıflamayla elde edilen diskalkuli hasta grubu ve yine aynı tarama sırasında ulaşılan öğrencilerden sağlıklı kontrol grubu oluşturulmuştur. Ayrıca çalışma öncesinde örneklem alınan okulların sosyo-ekonomik düzeylere göre sınıflandırılması yapılmıştır (EK 7).

Sunulan tez çalışmasında, tarama testlerinden elde edilen verilerden yola çıkarak aşağıda verilen kriterlere göre seçilen diskalkuli hastası ve sağlıklı kontrol araştırmaya ailelerinin aydınlatılmış onamları alınarak dâhil edilmiştir. Bu katılımcılardan solak oldukları gerekçesiyle 2 çocuk, iki eli olmaları nedeniyle 4 çocuk, psikiyatrist tarafından DEHB tanısı konulan 4 çocuk, disleksik olan 1 çocuk, fiziksel kusuru nedeniyle 1 çocuğun verileri araştırmadan dışlanmıştır. Sonuç olarak 9 diskalkuli hastası ve 19 sağlıklı kontrolün verileri incelenerek rapor edilmiştir.

2.1.1. Diskalkuli Grubu

Dâhil olma kriterleri:

Üçüncü sınıf öğrencilerinden oluşan örneklem 6 aylık yaş gruplarına ayrılarak analiz yapıldığında;

- 1- Matematik Başarı Testi ve Hesaplama Performansı Testi uygulamalarında %10'luk dilimin altında kalmak.
- 2- Raven testi uygulamasında % 10'luk dilimin üstünde olmak.

Dâhil olmama kriterleri:

- 1- Öğrencilerin öğretmenleri tarafından doldurulan Dikkat Eksikliği ve Hiperaktivite Bozukluğu (DEHB) ile ilgili SNAP-IV (Swanson Nolan Pelham) ölçeğindeki dağılıma göre en yüksek puan alan %15'lik dilimde olmak.
- 2- Sınıf tekrarı olan, kaynaştırma programındaki veya bütün derslerdeki başarısı belirgin olarak düşük olmak.
- 3- Psikiyatrik değerlendirmede DEHB tanısı almış olmak.
- 4- Sözel ve performans IQ düzeylerinden her ikisi de 85'in altında olmak.
- 5- Disleksi belirtileri gösteren olgular (Sarıpınar ve Erden, 2010) dışlanmıştır.

2.1.2. Kontrol Grubu

Dâhil olma kriterleri:

Üçüncü sınıf öğrencilerinden oluşan örneklem 6 aylık yaş gruplarına ayrılarak analiz yapıldığında;

- 1- Matematik Başarı Testi ve Hesaplama Performansı Testi uygulamalarında %25 ile %75'lik dilimler arasında kalanlardan rastgele seçilmiş olmak.
- 2- Raven testi uygulamasında % 10'luk dilim üstünde olmak.

Dâhil olmama kriterleri:

- 1- Öğrencilerin öğretmenleri tarafından doldurulan DEHB ile ilgili SNAP-IV (Swanson Nolan Pelham) ölçeğindeki dağılıma göre en yüksek puan alan %15'lik dilimde olmak.
- 2- Sınıf tekrarı olan, kaynaştırma programındaki veya bütün derslerdeki başarısı belirgin olarak düşük olmak.
- 3- Psikiyatrik değerlendirmede DEHB tanısı alan olmak.
- 4- Sözel ve performans IQ düzeylerinden her ikisinde 85'in altında olmak.
- 5- Disleksi belirtileri gösteren olgular (Sarıpınar ve Erden, 2010) dışlanmıştır.

2.2. Prosedür

2.2.1. Okullarda Yapılan Taramada Kullanılan Testler

2.2.1.1. Matematik Başarı Testleri (MBT)

Matematik başarı testi (MBT), Fidan (2013) tarafından 1-4. sınıflar için matematik öğretim programının (MEB, 2004) sayı öğrenme alanındaki kazanımlara göre geliştirilmiştir. Testler sayı sayma, sayı örüntüleri, dört işlem soru ve problemleri, kesirler gibi konuları içermektedir. Testin uygulama süresi 40 dakikadır. Tarama çalışmasında 3. Sınıflar için kullanılan MBT, bir oldukça kolay, yedi kolay, sekiz orta güçlükte, toplam 16 sorudan oluşmaktadır.

2.2.1.2. Hesaplama Performans Testi (HPT)

De Vos (1992) tarafından geliştirilen, Olkun ve arkadaşları (2013) tarafından Türkçe uyarlaması yapılan, aritmetik işlemlerden (toplama, çıkarma, çarpma ve bölme) oluşan bir testtir. Birinci kolonda toplama, 2. kolonda çıkarma, 3. kolonda çarpma, 4. kolonda bölme ve 5. kolonda ise karışık işlemler olmak üzere her kolonda 40 olmak üzere toplamda 200 adet sorudan oluşmaktadır. Testin uygulanmasında öğrencilere ayrı ayrı dağıtılan her sütun için 1 dakika toplamda 5 dakika süre verilmiştir.

2.2.1.3. Raven Testi

Genel yetenek ve görsel uzaysal algıyı ölçmek amacıyla yaygın olarak kullanılan bu test, Raven ve Court (2000) tarafından geliştirilmiştir. Bu test beş setten oluşmaktadır ve her sette diyagram şeklinde bulmacalar yer almaktadır. Her bulmacada (soru) eksik bir şekil vardır ve testi alan bireyden bu eksik yapıyı verilen seçenekler arasından bulmaları istenir (Bu sorular her seride iki boyutlu ve eş zamanlı olarak değişmektedirler). Standart test beş sete ayrılmıştır (A, B, C, D, E), her set 12 soru ve böylece test toplamda 60 soru içermektedir. İlk setteki ilk soru oldukça açıktır. Daha sonraki sorular ise giderek zorlaşmaktadır. Testin uygulama süresi 40 dakikadır.

2.3. Tez Çalışmasına Dâhil Edilen Deneklere Yapılan Uygulamalar

Tarama verilerinden yukarıda ayrıntılı bir şekilde verilen kriterlere göre diskalkuli ve sağlıklı kontrol grubuna dâhil edilen öğrencilerin velileriyle telefonla iletişim kurulmuştur. Velilere ayrıntılı bilgi verilerek davranışsal ve klinik değerlendirmeyi kabul edenlere randevu verilmiştir.

Çocuklar, Ankara Üniversitesi Beyin Araştırmaları Merkezi'nde (AÜBAUM) çalışmaya alınmıştır. Randevuya gelen velilere onam formu sunulmuş, uygun gören ve imzalayan velilerin çocukları çalışmaya dâhil edilmiştir. Deneklerin demografik bilgileri (EK 1), sağlık durumları hakkında bilgi alınmış ve 'El Tercihi Anketi' doldurulmuştur. Çocukların okuma hızı tayin edilmiş ve psikolog aracılığıyla 'WISC-R' testi uygulanmış ve çocuk psikiyatrisi tarafından ise 'Duygulanım Bozukluğu ve Şizofreni Ölçeği' uygulanarak doktor muayenesi yapılmıştır.

2.3.1. El Tercihi Anketi

Çalışmada Chapman ve Chapman'ın (1987) el tercihi anketinin Türkçeye uyarlanmış şekli kullanılmıştır (Nalçacı ve ark., 2002). El tercihi anketi, "yazı yazarken", "çizerken", "bir şey fırlatırken", "çekiç kullanırken", "diş fırçalarken", "silgi ile silerken", "makas kullanırken", "kibrit çakarken", "bir teneke boya karıştırırken", "kaşık kullanırken", "tornavida kullanırken", "kavanoz kapağı açarken (kapağı açan el)", "bıçak kullanırken (çatalsız)" hangi elin tercih edildiğini sorgulayan 13 sorudan oluşmaktadır. Ankette "sağ el" yanıtına 1 puan, "sol el" yanıtına 3 puan, "her iki el" yanıtına 2 puan verilerek el tercihi 13-39 puan arasında belirlenmektedir. Buna göre 13-17 arası bireyler "sağlak", 18-32 arasında bireyler "iki elli", 33-39 arası bireyler "solak" olarak tanımlanmaktadır (EK 2).

2.3.2. Weschler Çocuklar İçin Zekâ Ölçeği, Gözden Geçirilmiş Form (WISC-R)

WISC-R, 6-17 yaş arasındaki çocuk ve ergenlerin zekâ düzeylerini ölçmektedir. 1974 yılında Wechsler Çocuklar Zekâ Ölçeği'nin revizyondan geçirilmesiyle elde edilmiştir. Türkçeye çevrilmesi ve geçerlik ve güvenirlik çalışması Savaşır ve Şahin (1995) tarafından yapılmıştır. WISC-R gittikçe zorlaşan sorular aracılığıyla sözel ve performans zekâ düzeyini ölçmek üzere oluşturulan iki bölümden oluşmaktadır. Sözel bölüm genel bilgi, yargılama, sayı dizisi, aritmetik ve benzerlikler olmak üzere 5 testten oluşmaktadır. Performans bölümünde ise resim

tamamlama, küplerle desen, resim düzenleme, parça birleştirme ve şifre (temel geometrik şekiller ya da sayılarla eşleştirilen simgeleri kopyalama) olmak üzere 5 alt test bulunmaktadır. Test uygulanan bireyin zekâ düzeyine ilişkin “genel zekâ bölümü”, “sözel zekâ bölümü”, “performans zekâ bölümü” olmak üzere üç ölçü vermektedir. Zekâ bölümleri skorları standart puan olarak elde edilmektedir.

2.3.3. Okuma Hızı Tayini

Deneklerin bir dakikada bir metinden kaç kelime okuduğu değerlendirilmiştir.

2.3.4. Psikiyatrik Muayene

Çalışmada çocuk psikiyatristi tarafından tüm katılımcılar için Çocuk ve Gençler İçin Duygulanım Bozukluğu ve Şizofreni Ölçeği-Şimdi ve Yaşam Boyu Versiyonu (ÇGDBŞÖ-ŞY) görüşme formu doldurulmuştur. Bu form, Çocuk ve ergenlerin DSM-III ve DSM-IV tanı ölçütlerine göre geçmişteki ve şu andaki psikopatolojilerini saptamak amacıyla Kaufman ve arkadaşları (1997) tarafından geliştirilmiş, yarı yapılandırılmış bir görüşme formudur. Tanı, hem aileden hem de çocuklardan/ gençlerden alınan bilgilerin özet puanlamalarına dayanarak koyulur. Hacettepe Üniversitesi Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı’nda Türkiye için standardizasyon çalışması yapılmıştır (Gökler ve ark., 2004).

2.4. Davranışsal Paradigma

Olkun ve arkadaşlarının (2014) geliştirdiği davranış testlerinden yararlanılarak sayıların, nokta dizilimlerinin ve sayı doğrusunun kullanıldığı ve cevap vermeyi gerektiren bir paradigma tasarlanmıştır. Görevler, bilgisayarda Psychophysics Toolbox Versiyon 3 (PTB-3) (<http://psycho toolbox.org/>) eklentisi ile birlikte “MATLAB” programı kullanılarak geliştirilmiştir (The Mathworks, Inc.).

Paradigmanın yapılabilirliği ve geçerliliğini test etmek amacıyla 16 yetişkin ve 12 çocuk katılımcı ile ön deney yapılmıştır. Ön deneylerden tepki süresi, doğruluk yüzdesi ve mutlak fark olmak üzere veriler toplanmıştır. Yapılan istatistiksel analizler ve katılımcıların paradigmanın daha iyi geliştirilmesi için verdikleri fikirlerle paradigma son haline getirilerek çalışmanın deney aşamasına geçilmiştir.

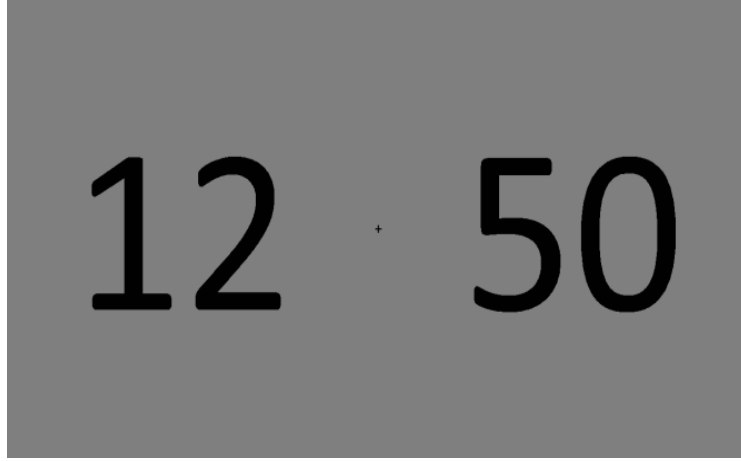
Görevlerde çocuklara ilk olarak bilgisayar ekranında, testlerin nasıl yapılacağına dair açıklamalar verilmiştir. Yanıt vermek için kullanacakları fare tuşları öğretilmiştir. Beşer denemeden oluşan alıştırmalar ile çocuklar görevleri tamamen öğrendikten sonra uygulama yapılmıştır. Testler her çocuk için yaklaşık olarak 20 dakika sürmüştür.

Oluşturulan paradigma 1) Sembolik Sayı Karşılaştırma Testi 2) Nokta Karşılaştırma Testi 3) Zihinsel Sayı Doğrusu Testi olmak üzere üç görev durumundan oluşmuştur.

2.4.1. Sembolik Sayı Karşılaştırma Testi

Bu bölümde katılımcılara, gri bir bilgisayar ekranının sağında ve solunda aynı anda sunulan iki basamaklı sayı ikilileri gösterilmiştir (Şekil 2.1). Çocuklardan bu sayılardan hangisi büyük ise o taraftaki fare tuşuna (sağ ya da sol) basarak cevap vermeleri istenmiştir. Bu testte 36 adet sayı ikilisi kullanılmıştır (Çizelge 2.1). Bu ikililerden sol taraftakilerle sağ taraftakiler yer değiştirilerek toplamda 72 adet sayı ikilisi elde edilmiştir. Bu sayı ikilileri arasındaki oranlar 0,5; 0,67; 0,8 olarak ayarlanmıştır. Deneyde 36 adet sayı ekrana rasgele olarak iki kez gelmiştir. Katılımcıların toplamda 72 adet soruyu cevaplamaları beklenmiştir. Her soru ekranda 2 saniye süreyle kalmıştır. Soruların arasında siyah bir artı (fiksasyon noktası) 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 1,9; 2,0 saniye olmak üzere rastgele gösterilmiştir. Deney başlamadan önce her bir katılımcıya 4 sorudan oluşan alıştırmaya yaptırılmıştır (Çizelge 2.1). Alıştırma aşaması katılımcı testi öğrenene kadar tekrarlanmıştır. Doğru-yanlış cevaplar ve zamanında cevap verememe durumu için alıştırmaya esnasında geri

bildirim verilmiş olup teste başladıktan sonra verilmemiştir. Katılımcılara testi hızlı ve doğru yapmalarının önemli olduğu bildirilmiştir.

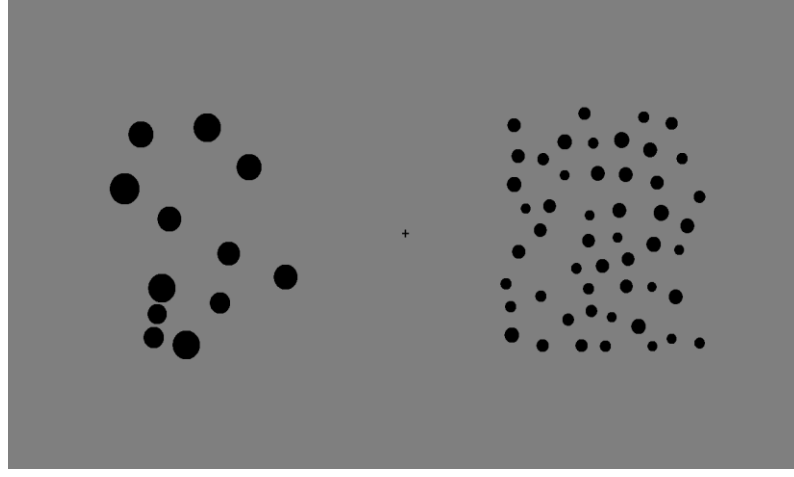


Şekil 2.1. Sembolik sayı karşılaştırma testinde bilgisayar ekranından katılımcılara sunulan uyarılardan bir örnek.

2.4.2. Nokta Karşılaştırma Testi

Katılımcılara gri bir ekranın iki tarafında belli çoklukta karışık siyah nokta kümeleri gösterilmiştir (Şekil 2.2). İki taraftaki noktaların büyüklükleri birbirlerinden farklıdır ancak her iki taraftaki noktaların alanları birbirine eşittir. Deneklerden hangi tarafta daha fazla sayıda nokta varsa farenin sağ ya da sol tuşu ile işaretlemeleri istenmiştir. Bu testte 36 adet farklı sayı içeren nokta kümeleri kullanılmıştır (Çizelge 2.1). Bu nokta kümelerinden sol taraftakilerle sağ taraftakiler yer değiştirilerek toplamda 72 adet nokta kümesi elde edilmiştir. Bu nokta kümeleri arasındaki oranlar 0,5; 0,67; 0,8 olarak ayarlanmıştır. Deneyde 36 adet noktadan oluşan nokta kümeleri ekrana rasgele olarak iki kez gelmiştir. Katılımcıların toplamda 72 adet soruyu cevaplamaları beklenmiştir. Her soru ekranda 2 saniye süreyle kalmıştır. Soruların arasında siyah bir artı (fiksasyon noktası) 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 1,9; 2,0 saniye olmak üzere rastgele gösterilmiştir. Deney başlamadan önce her bir katılımcıya 4 sorudan oluşan alıştırmaya yaptırılmıştır (Çizelge 2.1). Alıştırma aşaması katılımcı testi öğrenene kadar tekrarlanmıştır. Doğru-yanlış cevaplar ve zamanında cevap verememe durumu için alıştırmaya esnasında geri bildirim verilmiş olup teste

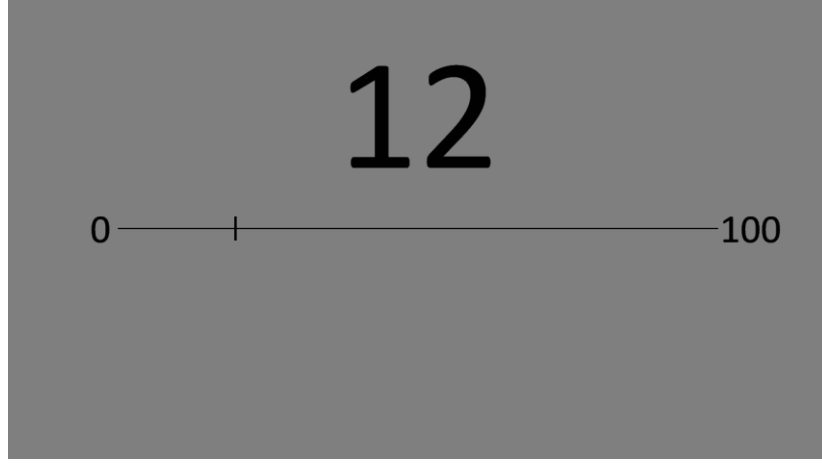
başladıktan sonra verilmemiştir. Katılımcılara testi hızlı ve doğru yapmalarının önemli olduğu bildirilmiştir.



Şekil 2.2. Nokta karşılaştırma testinde bilgisayar ekranından katılımcılara sunulan uyarılardan bir örnek.

2.4.3. Zihinsel Sayı Doğrusu Testi

Bu görev durumunda katılımcılara, ekranın ortasında, başında sıfır (0) sonunda yüz (100) sayısı ile işaretlenmiş bir sayı doğrusu gösterilmiştir (Şekil 2.3). Ayrıca ekranın üst tarafında her denemede farklı bir sayı uyarı olarak verilmiştir. Çocuklardan verilen bu sayının, sayı doğrusu üzerindeki yaklaşık yerini bulmaları ve fare ile kursorü hareket ettirerek işaretleme yapmaları istenmiştir. Bu testte 36 adet sayı kullanılmıştır (Çizelge 2.1). Deneyde 36 adet sayı ekrana rasgele olarak iki kez gelmiştir. Katılımcıların toplamda 72 adet soruyu cevaplamaları beklenmiştir. Her soru ekranda 10 saniye süreyle kalmıştır. Soruların arasında siyah bir artı (fiksasyon noktası) 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 1,9; 2,0 saniye olmak üzere rastgele gösterilmiştir. Deney başlamadan önce her bir katılımcıya 4 sorudan oluşan alıştırmaya yaptırılmıştır (Çizelge 2.1). Alıştırma aşaması katılımcı testi öğrenene kadar tekrarlanmıştır. Doğru-yanlış cevaplar ve zamanında cevap verememe durumu için alıştırmaya ve test esnasında geri bildirim verilmemiştir. Katılımcılara testi hızlı ve doğru yapmalarının önemli olduğu bildirilmiştir.



Şekil 2.3. Zihinsel sayı doğrusu testinde bilgisayar ekranından katılımcılara sunulan uyarılardan bir örnek.

Çizelge 2.1. Bilgisayarda uygulanan davranış paradigmasında kullanılan sayılar.

Sayı Karşılaştırma ve Nokta Karşılaştırma Testlerinde Verilen Sayı İkilileri	Zihinsel Sayı Doğrusu Testinde Verilen Sayılar	Sayı Karşılaştırma ve Nokta Karşılaştırma Testlerinin Alıştırma Aşamasında Verilen Sayı İkilileri	Zihinsel Sayı Doğrusu Testinin Alıştırma Aşamasında Verilen Sayılar
12 24	3	12 50	12
16 13	81	52 20	34
19 15	4	32 28	75
28 14	57	43 47	50
32 16	6		
17 21	53		
19 24	8		
18 36	12		
21 42	96		
46 23	50		
25 20	14		
28 22	75		
24 30	7		
52 26	90		
26 13	24		
25 31	92		
26 33	29		
15 12	52		
15 30	21		
34 17	99		
19 38	33		
18 23	61		
21 26	42		
29 23	51		
44 22	48		
48 24	71		
25 50	49		
35 44	64		
38 48	19		
45 36	65		
20 40	36		
27 18	74		
52 42	58		
29 36	38		
45 30	84		
26 39	25		

2.5. Etik Yaklaşım

Çalışma için Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan izin alınmıştır (EK 3). Ayrıca deney öncesi, velilere ve çocuklara katılacakları çalışma ile ilgili ayrıntılı bilgi verilerek onamları alınmıştır (EK 4; EK 5).

2.6. Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

2.6.1. İstatistiksel Analizler

Deneklerden elde edilen yaş, zekâ ve matematik becerileri verileri hasta ve kontrol (sağlıklı) grupları için betimsel istatistik ile incelendi, ayrıca gruplar arasındaki fark bağımsız T testi ile değerlendirildi. Bilgisayarda çocuklara uygulanan davranış test verileri ise hasta ve kontrol (sağlıklı) grupları arasında bağımsız T testi ile incelendi.

3. BULGULAR

3.1. Yaş, Zekâ, Okuma ve Matematik Becerileri Verileri

Yaş, zekâ, okuma ve matematik becerileri verileri ortalamaları, standart hata değerleri ve P değerleri Çizelge 3.1’ de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Kontrol ve hasta gruplarında yaş, zekâ ve matematik becerileri analiz sonuçları (ortalama \pm standart hata).

	Hasta grup (n=9)	Kontrol grubu (n=19)	P değeri
Yaş	112,1 \pm 1,8	111,3 \pm 0,8	0,678
WISC-R toplam	90,7 \pm 3,6	105 \pm 2,4	< 0,01
WISC-R sözel	83,3 \pm 5,2	104,2 \pm 2,6	< 0,001
WISC-R performans	99,9 \pm 2,9	104,3 \pm 2,7	0,323
RAVEN	33,3 \pm 2,3	29,3 \pm 0,7	0,125
Kelime (1 dakikada)	75,7 \pm 4	97,5 \pm 4,9	< 0,01
HPT-Karışık	7,9 \pm 0,9	15,5 \pm 0,9	< 0,001
MBT	2,2 \pm 0,3	9,8 \pm 0,5	< 0,001

3.1.1. Yaş

Çalışmaya alınan hasta ve kontrol (sağlıklı) grupları arasında yaş bakımından anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p > 0,05$).

3.1.2. WISC-R

Çalışmaya katılan hasta ve kontrol (sağlıklı) gruplarında zekâ testlerinin toplam puanları arasında (WISC-R toplam) anlamlı bir fark olduğu gözlenmiştir ($p < 0,05$). Öte yandan yine iki grup arasında WISC-R sözel puanları arasında anlamlı bir fark olduğu gözlenmiştir ($p < 0,05$). Son olarak WISC-R performansları açısından hasta ve kontrol (sağlıklı) grupları arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p > 0,05$).

3.1.3. RAVEN

Çalışmaya katılan hasta ve kontrol (sağlıklı) gruplarına okulda bir ders saati boyunca uygulanan artan zorlukta değişik şekilleri tamamlamaya yönelik RAVEN zekâ testi puanları arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p > 0,05$).

3.1.4. Okuma Hızı (Kelime)

Çalışmaya katılan hasta ve kontrol (sağlıklı) gruplarına bir metinden bir dakikada okutulan kelime sayıları arasında anlamlı bir fark olduğu gözlenmiştir ($p < 0,05$).

3.1.5. Hesaplama Performansı Testi - Karışık (HPT-Karışık)

Çalışmaya katılan çocuklara okulda 5 dakika içinde uygulanan toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemlerini içeren HPT- karışık değerlendirildiğinde hasta ve kontrol (sağlıklı) grupları arasında anlamlı bir fark olduğu gözlenmiştir ($p < 0,05$).

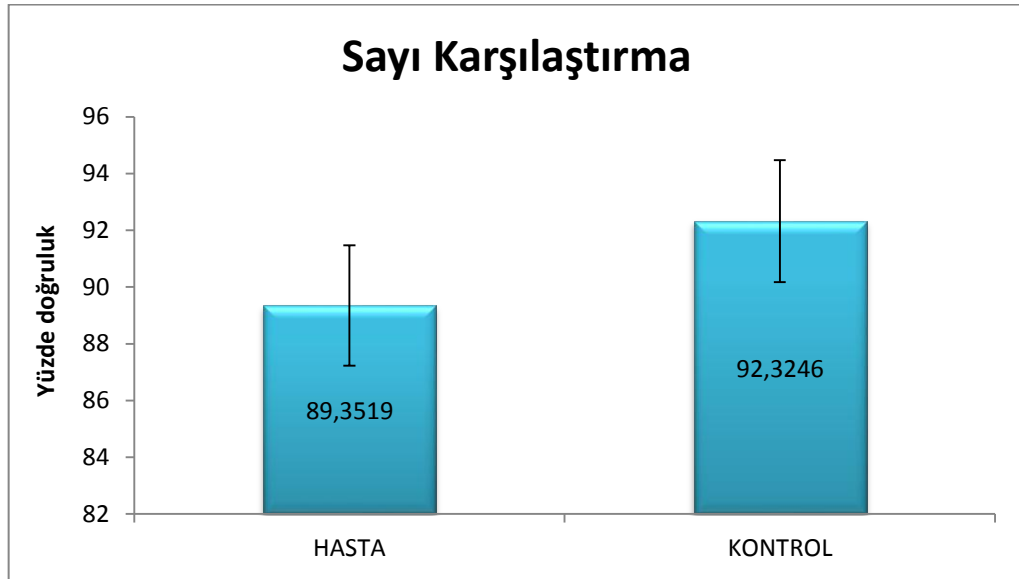
3.1.6. Matematik Başarı Testi (MBT)

Çalışmaya katılan hasta ve kontrol (sağlıklı) gruplarına okulda 40 dakika içinde uygulanan çeşitli problemler içeren MBT toplam puanları arasında anlamlı bir fark olduğu gözlenmiştir ($p < 0,05$).

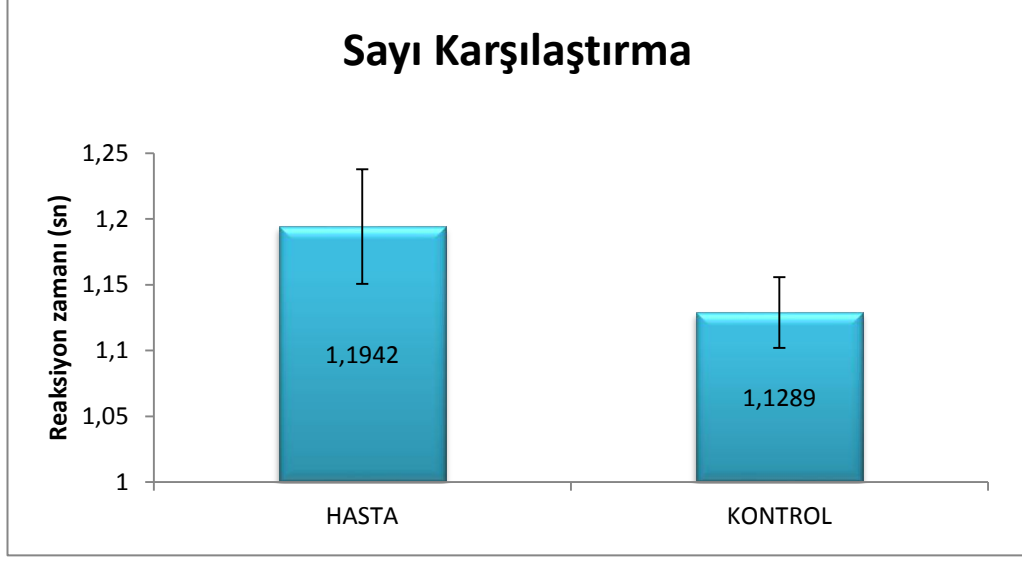
3.2. Davranış Testleri Verileri

3.2.1. Sayı Karşılaştırma Testi

Çalışmaya katılan hasta ve kontrol (sağlıklı) gruplarına bilgisayarda uygulanan sayı karşılaştırma testleri sonucunda çocukların yüzde doğruluk oranları ve reaksiyon zamanlarından elde edilen veriler arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p > 0,05$) (Şekil 3.1; Şekil 3.2).



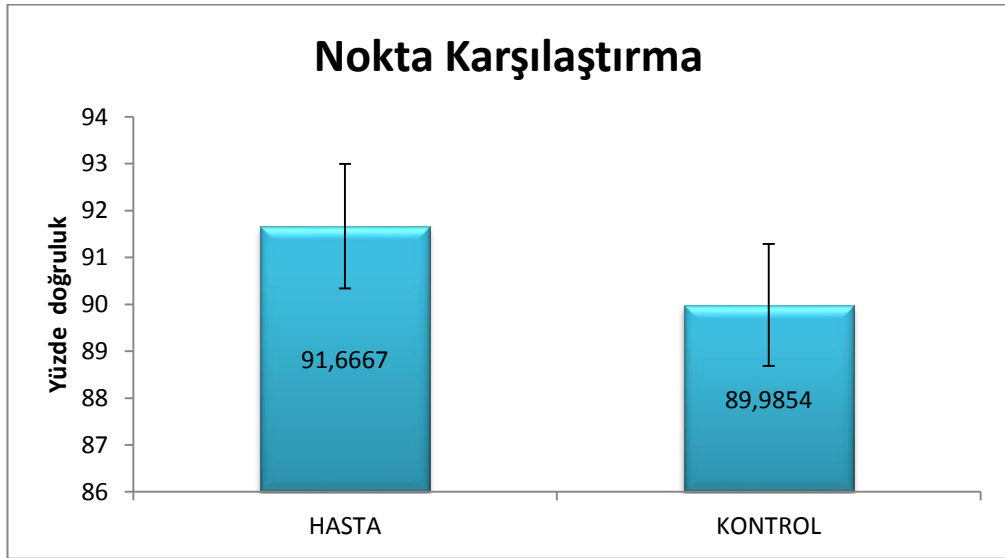
Şekil 3.1. Hasta ve kontrol (sağlıklı) gruplarına uygulanan sayı karşılaştırma testi yüzde doğruluk oran sonuçları.



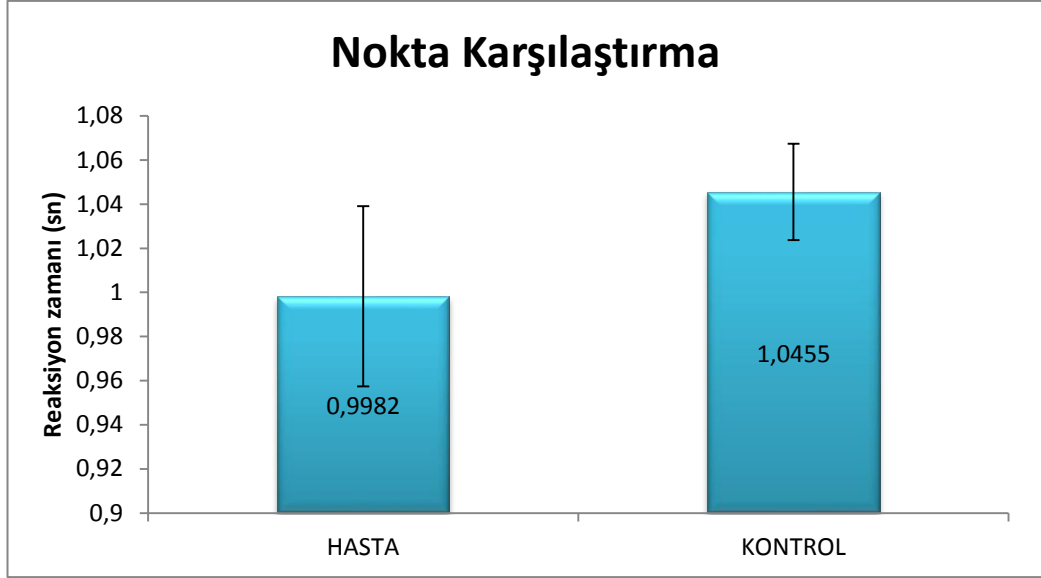
Şekil 3.2. Hasta ve kontrol (sağlıklı) gruplarına uygulanan sayı karşılaştırma testi reaksiyon zamanları sonuçları.

3.2.2. Nokta Karşılaştırma Testi

Çalışmaya katılan hasta ve kontrol (sağlıklı) gruplarına bilgisayarda uygulanan nokta karşılaştırma testleri sonucunda çocukların yüzde doğruluk oranları ve reaksiyon zamanlarından elde edilen veriler arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p > 0,05$) (Şekil 3.3; Şekil 3.4).



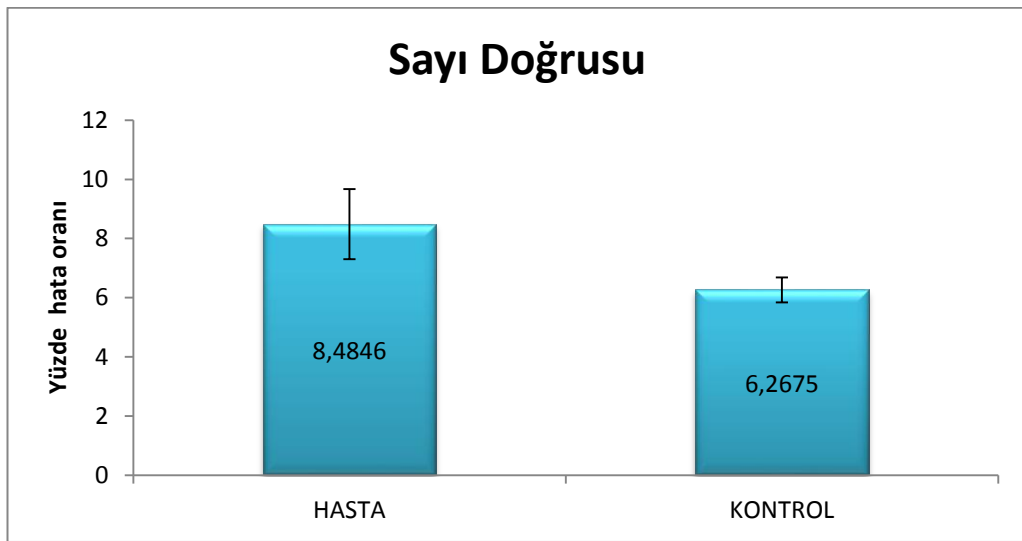
Şekil 3.3. Hasta ve kontrol (sağlıklı) gruplarına uygulanan nokta karşılaştırma testi yüzde doğruluk oran sonuçları.



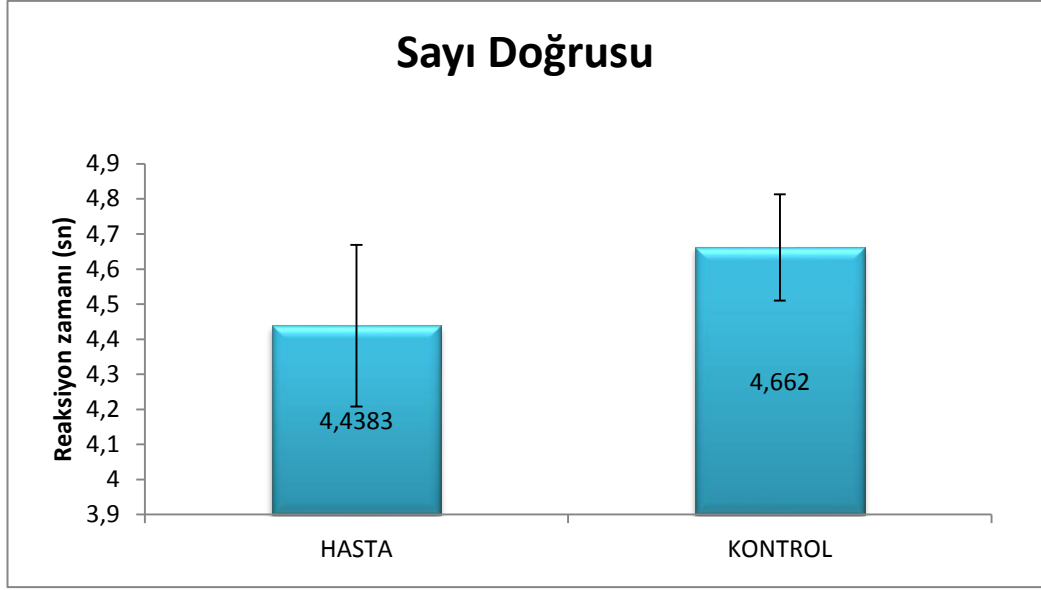
Şekil 3.4. Hasta ve kontrol (sağlıklı) gruplarına uygulanan nokta karşılaştırma testi reaksiyon zamanları sonuçları.

3.2.3. Zihinsel Sayı Doğrusu Testi

Çalışmaya katılan hasta ve kontrol (sağlıklı) gruplarına bilgisayarda uygulanan zihinsel sayı doğrusu testleri sonucunda çocukların yüzde hata payları ve reaksiyon zamanlarından elde edilen veriler arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p > 0,05$) (Şekil 3.5; Şekil 3.6).



Şekil 3.5. Hasta ve kontrol (sağlıklı) gruplarına uygulanan zihinsel sayı doğrusu testi yüzde hata oran sonuçları.



Şekil 3.6. Hasta ve kontrol (sağlıklı) gruplarına uygulanan zihinsel sayı doğrusu testi reaksiyon zamanları sonuçları.

4. TARTIŞMA

Sunulan tez çalışması öncesinde TÜBİTAK 1001 projesi kapsamında 1944 ilkokul üçüncü sınıf öğrencisi okul ortamında matematik becerileri açısından taranmıştır. Bu tarama verilerinde yapılan değerlendirme sonucunda belirlenen örneklemeden, tez çalışmasına katılan 28 çocuktan oluşan, yaş, zekâ ve el tercihi açısından eşleştirilmiş diskalkuli (n=9) ve sağlıklı kontrol (n=19) gruplarının verileri değerlendirilmiştir. Gruplar arasında matematik becerisi açısından belirgin farklar bulunmuştur. Ancak oluşturulan davranışsal paradigmadan elde edilen parametreler açısından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

4.1. Zekâ ve Okuma Hızı Verileri

Çalışmaya katılan hasta ve kontrol (sağlıklı) gruplarına psikolog tarafından yapılan zekâ testlerinin toplam puanları arasında anlamlı bir fark olduğu gözlenmiştir. Bu bulgu literatür çalışmalarıyla uyumludur. D'Angiulli ve Siegel (2003) yaptıkları çalışmada, yaşları 6 ile 16 arasında değişen normal öğrenen çocuklar (121 çocuk) ile matematik öğrenme güçlüğü olan (100 çocuk) ve okuma güçlüğü olan (143 çocuk) çocukları WISC-R profillerine göre karşılaştırmıştır. WISC-R toplam puanları 80'den büyük olan çocukları çalışmaya dâhil etmişlerdir. Çalışmada matematik öğrenme güçlüğü çeken çocukların WISC-R toplam puanları normal öğrenenlere göre anlamlı derecede düşük olduğu saptanmıştır.

Yapılan diğer bir araştırmada, Shalev ve arkadaşları (2005) 6 yıl boyunca diskalkulik çocuklardaki gelişimi gözlemlemişlerdir. Beşinci sınıfta 140 normal zekâli matematik öğrenme güçlüğü tanısı konulmuş çocukta yürüttükleri çalışmada bu çocukları takip etmişlerdir. Üç ve altı yıl sonra tekrar test edildiklerinde diskalkulik çocukların %95'inin zayıf aritmetik becerisi ve düşük IQ puanı gösterdikleri rapor edilmiştir.

Sunulan çalışmada WISC-R sözel kısmı puanları açısından hasta ve sağlıklı grup arasında anlamlı bir fark olduğu gözlenmiştir. Bu bulgu da yine D'Angiulli ve Siegel (2003) tarafından yapılan çalışma sonuçları ile uyumludur. Çalışmada öğrenme güçlüğü çeken çocukların WISC-R sözel toplam puanları normal öğrenenlere göre anlamlı derecede düşük olduğu rapor edilmiştir (D'Angiulli ve Siegel, 2003).

Öte yandan, tez çalışmasında zekâ testlerinin performans kısmı toplam puanları açısından hasta ve kontrol grupları arasında yapılan karşılaştırma anlamlı bir fark göstermemiştir. Aynı şekilde D'Angiulli ve Siegel (2003) normal gelişim gösteren çocuk ve matematik öğrenme güçlüğü çeken çocuklar arasında yaptıkları çalışmada, WISC-R performans puanları açısından bu iki grup arasında belirgin bir fark bulamamışlardır. Bu sonuç RAVEN testi sonuçlarıyla da uyumludur. Daha önce belirtildiği gibi öğrencilere okulda bir ders saati boyunca uygulanan artan zorlukta değişik şekilleri tamamlamaya yönelik bir zekâ testi olan RAVEN skorları açısından hasta sağlıklı grup arasında bir fark yoktur. Zaten gruplar oluşturulurken RAVEN skorlarına göre bir fark olmamasına yönelik bir kriter ile her iki grup oluşturulmuştu (Raven testi uygulamasında % 10'luk dilimin üstünde olmak). WISC-R uygulaması ile iki grubun zekâ düzeylerinde anlamlı bir fark olmadığı yapılan ikinci bir değerlendirmeye de gösterilmiştir.

Çalışmaya katılan hasta ve kontrol (sağlıklı) gruplarına bir metinden bir dakikada okutulan kelime sayıları arasında anlamlı bir fark olduğu gözlenmiştir. Bu bulgu yine tez çalışmamızda gruplar arasında çıkan WISC-R sözel puan farkıyla uyumludur. Ayrıca yine bu bulguyla uyumlu şekilde, Sarıpınar ve Erden (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, ilkokul 1. sınıf ile 5. sınıf arasında herhangi bir öğrenme güçlüğü tanısı olmayan çocuklar ile okuma güçlüğü tanısı alan çocukların okuma becerileri test edilmiştir. Normal grupta değerlendirilen 55 çocuk ile öğrenme güçlüğü çeken 55 çocuk arasında 1 dakikada doğru olarak okuduğu kelime sayısının ortalamaları açısından anlamlı bir fark bulunmuştur. Öğrenme güçlüğü çeken çocukların okudukları kelime sayısı daha düşüktür.

Sunulan tez çalışmasında diskleksi (okuma güçlüğü) tanısı alan çocuklar çalışmadan dışlanmıştır. Ancak diskalkuli bir öğrenme güçlüğü sorunudur (DfES, 2001). Bu açıdan değerlendirildiğinde hem WISC-R sözel kısmı hem de okuma hızı açısından diskalkuli grubunda düzeyin düşük olması beklenen bir durumdur. Ancak hem WISC-R performans skoru hem de RAVEN skoru açısından gruplar arasında bir fark bulunmamıştır. Bu skorlar çocukların genel yetenek ve görsel uzaysal yeteneklerinin değerlendirilmesini sağlamaktadır (Lawson ve Inglis, 1985; Raven ve Court, 2000). Dolayısıyla çalışmamızda ortaya konulan matematik beceri farklılıklarının nedeni çocukların genel yetenek farklılıkları olarak değerlendirilemez aksine sayı algısıyla ilgili farklılıklarla ilişkili olduğu öne sürülebilir.

4.2. Matematik Becerisi Farklılıkları

Sunulan çalışmada, hasta ve sağlıklı kontrol gruplarını oluştururken HPT-karışık puanının kullanılması ve bununla uyumlu olarak gruplar arasında anlamlı farklılık bulgusu literatürle uyumludur. Pieters ve arkadaşlarının (2012) yaptıkları çalışmada 9 yaşındaki toplam 145 çocuğu tararken matematik öğrenme güçlüğü çekenleri belirlemek için HPT testi skorunda genel ortalamanın %10'unun altında kalanları, normal gelişim gösteren kontrol grubunu oluşturmak için ise HPT skorunda %25'in üstünde olanları seçmişlerdir. Olkun ve Özdem'in (2015b) farklı dört okuldan 2. ve 3. sınıftaki toplam 217 öğrencide yaptıkları çalışmada, HPT ön test olarak uygulanmıştır. Düşük başarı grubu ve normal başarılı grupları bu testin ortalama puanlarına göre belirlenmiştir. Düşük başarılı öğrenciler ile normal başarılılar arasında anlamlı bir fark bulunmuştur.

Gruplara dâhil olma kriterlerinde de kullanılmasıyla uyumlu olarak hasta ve sağlıklı kontrol gruplarına okulda 40 dakika içinde uygulanan çeşitli problemler içeren MBT toplam puanları arasında anlamlı bir fark olduğu gözlenmiştir. Olkun ve arkadaşları (2015a) 12 farklı okuldan birinci sınıftan dördüncü sınıfa kadar 487 öğrenci arasında yaptıkları çalışmada çocuklara sınıf derecelerine göre matematik başarı testi uygulamışlar ve öğrencileri bu teste göre dört ayrı gruba ayırmışlardır. Bu

gruplardan matematik öğrenme güçlüğü riski taşıyan çocuklarla tipik başarılı grup arasında yapılan nokta sayma, sayı karşılaştırma ve sayı doğrusu testlerinde anlamlı farklar bulunmuştur.

4.3. Bilgisayarda Uygulanan Matematik Testleri Verileri

Çalışmaya katılan hasta ve kontrol (sağlıklı) gruplarına bilgisayarda uygulanan sayı karşılaştırma testleri sonucunda çocukların yüzde doğruluk oranları ve reaksiyon zamanlarından elde edilen veriler arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir (Şekil 3.1; Şekil 3.2). Bu bulgu literatür ile uyumlu değildir.

Landerl ve arkadaşları (2009) çalışmalarında yaşları 8 ile 10 arasında olan diskalkulik çocukların, normal gelişim gösteren sağlıklı çocuklara göre sembolik sayı karşılaştırma testlerinde daha yavaş olduklarını rapor etmişlerdir. Yine diğer bir çalışmada, diskalkulik ve kontrol grupları arasında sayı karşılaştırma görevlerinde anlamlı bir fark bulunmuştur. Diskalkulik çocukların, sağlıklılara göre bu görevde daha başarısız olduğu gösterilmiştir (Iuculano ve ark., 2008).

Çalışmaya katılan hasta ve kontrol (sağlıklı) gruplarına bilgisayarda uygulanan nokta karşılaştırma testleri sonucunda çocukların yüzde doğruluk oranları ve reaksiyon zamanlarından elde edilen veriler arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir (Şekil 3.3; Şekil 3.4). Bu bulguyla çelişir şekilde, Landerl ve arkadaşları (2009) yaptıkları çalışmada yaşları 8 ile 10 arasında değişen diskalkulik çocukların, kontrol grubu sağlıklı çocuklara göre nokta karşılaştırma görevlerinde daha yavaş olduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca nokta karşılaştırma testi kullanılarak yapılan diğer çalışmalarda diskalkulik gruplarla sağlıklı bireyler arasında anlamlı farklılıklar bulunduğu rapor edilmiştir (Piazza ve ark., 2010; Mazzocco ve ark., 2011; Mussolin ve ark., 2010).

Araştırmaya katılan hasta ve kontrol (sağlıklı) gruplarına bilgisayarda uygulanan zihinsel sayı doğrusu testleri sonucunda çocukların yüzde hata payları ve

reaksiyon zamanlarından elde edilen veriler arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir (Şekil 3.5; Şekil 3.6). Bu bulgu da literatürdeki çalışmalar ile uyumlu değildir. Landerl'in (2013) ikinci sınıf - dördüncü sınıf aralığındaki matematik öğrenme güçlüğü çeken çocukların normal yaşlılarıyla karşılaştırıldığı çalışmada 0-100 ve 0-1000 aralıklarındaki zihinsel sayı doğrularındaki tahminleri incelenmiştir. Araştırmaya dâhil edilen çocuklar yıllar içinde takip edilmiş ve normal gelişim gösteren çocukların sayı doğrusu testindeki tahmin yetenekleri anlamlı şekilde artarken, diskalkulik olarak belirlenen çocukların ise yaşları ilerledikçe normal gelişen çocuklar ile aralarındaki anlamlı farklılığın korunduğu rapor edilmiştir.

Kucian ve arkadaşlarının (2011) yaptıkları bir diğer çalışmada ise, 16 normal gelişim gösteren 8 ile 10 yaş aralığındaki öğrenci ile yaşlarından seçilen 16 diskalkulik gruba 0 ile 100 arasında zihinsel sayı doğrusu testi uygulanmıştır. Yine araştırma sonucunda diskalkulik öğrenci grubunun normal gelişim gösteren diğer yaşlılarına oranla tahmin becerilerinde belirgin performans düşüklüğü bulunmuştur.

Sunulan çalışmada diskalkuli ve sağlıklı kontrol grubunun MBT ve HPT testleri ile değerlendirilen matematik becerileri istatistikî olarak anlamlı bir şekilde farklı bulunmuştur. Bu açıdan sayı algısını değerlendirmek üzere geliştirilen ve literatürde de örnekleri olan sayı karşılaştırma, nokta sayma ve sayı doğrusu görevlerinde iki grup arasında anlamlı bir davranışsal performans farkı bulunmaması bir çelişki olarak görülebilir. Öncelikle sunulan çalışmada her ne kadar öncekilerden yararlanılsa da paradigmada farklılıklar bulunmaktadır. Sayı karşılaştırma testinde Olkun ve arkadaşlarının (2015a) uygulamasındaki aksine sunulan çalışmada rakamlar büyük küçük puntoda verilmemiştir. Bu özellik kullanıldığında örneğin ekranın solunda küçük puntuyla gösterilen 7, ekranın sağında büyük puntuyla 5 ile karşılaştırıldığında yanlış yapmak daha kolaylaşmaktadır. Hem zekâ / genel yetenek açısından iki grubun uygun bir şekilde eşleştirilmesi hem de yukarıda verilen örnekteki gibi testlerdeki karmaşıklık düzeyinin düşürülmesi gruplar arasındaki farklılıkların görülmemesini doğurmuş olabilir.

Son olarak sunulan çalışmadaki paradigma izleyen bir görüntüleme çalışmasına hazırlık olarak üretilmiştir. İzleyen çalışmada diskalkuli grubu ile sağlıklı kontrol grubunun sayı algısının beyinde işlenişi açısından değerlendirilmesini amaçlayacaktır. Görüntüleme çalışmalarında gruplar arasında bulunan aktivasyon farklılıklarının başarı (doğruluk yüzdesi) ve işleme harcanan zamana mı (reaksiyon zamanı) yoksa beyin işlevindeki temel farklılıklara mı bağlı olduğu sorusu önemlidir. Bu nedenle davranışsal parametrelerde fark yaratmayan testlerle hasta-kontrol beyin aktivasyon farkları ortaya koymak tercih edilmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sunulan tez çalışması öncesinde klinik olmayan büyük bir örnekleme (n=1944) matematik beceri taranması yapılmıştır. Tarama verilerinden yola çıkarak oluşturulan ve tez çalışmasında kullanılan, yaş, zekâ ve el tercihi açısından eşleştirilmiş diskalkuli ve sağlıklı kontrol grubundan oluşan katılımcıların verileri değerlendirilmiştir. Gruplar arasında matematik becerisi açısından belirgin farklar bulunurken, sayı algısını değerlendiren davranışsal paradigmadan elde edilen parametreler açısından fark bulunmamıştır. Uygulanan yaş, zekâ ve el tercihi eşleştirmesi ve kullanılan farklı paradigma literatürle uyumsuzluğun nedeni olabilir. Ancak üretilen paradigma diskalkuli hastaları ile sağlıklı kontrollerin arasındaki beyin işlev farklılıklarının uygun bir şekilde test edilmesi belki de bir hastalık imzası oluşturulması için kullanılabilir. Bu araştırma üç yıllık bir TÜBİTAK 1001 projesi kapsamında olup, elde edilen davranış verileri, görüntüleme çalışmalarının davranış deneyleri olarak değerlendirilecektir. Projenin devamında yapılacak olan beyinde işlevsel manyetik rezonans görüntüleme (İMRG) sonuçları ile bağlantısallık modellemeleri için yapılan deney sonuçlarında hasta ve kontrol (sağlıklı) gruplarının arasında reaksiyon zamanı ve yüzde doğruluk oranları açısından fark olmaması uygundur.

Özellikle gruplar arasındaki sayı algısı farklılıklarının gösterilebilmesi hedeflenirse sayı karşılaştırma, nokta sayma ve sayı dizisi testlerinin kolay, orta ve zor olmak üzere farklı zorluk düzeylerinin üretilmesi ve gruplara uygulanması bir öneri olarak getirilebilir. Ancak böyle bir paradigmanın uygulama süresi uzun olacaktır.

ÖZET

Matematik Öğrenme Güçlüğü (Diskalkuli) Hastaları ve Sağlıklı Kontrollerde Sayı İşleme Performansının Değerlendirilmesi

Sayı algısında sorunlarla ilişkili olabileceği ileri sürülen diskalkulinin, beyinde hangi çalışma bozuklukları nedeniyle ortaya çıktığı bilinmemektedir. Toplumda %5 gibi çok yüksek bir oranda görülen matematik öğrenme güçlüğü'nün beyindeki mekanizmaları hakkında ek bilgi edinmek toplumsal fayda sağlayacaktır.

Sunulan çalışma öncesinde, Ankara ili, Çankaya ve Mamak ilçelerinden seçilen, toplam 13 ilkokulda 1944 ilkokul 3.sınıf öğrencisi matematik öğrenme güçlüğü açısından, matematik başarı testleri, hesaplama performansı testi ve RAVEN testi ile taranmıştır. Sunulan tez çalışması kapsamında bu tarama verileri arasından yaş, zekâ ve el tercihi bakımından farklı olmayan şekilde seçilen matematik öğrenme güçlüğü olan ve sağlıklı öğrenme gösteren çocuklar deneye katılmıştır. Matematik öğrenme güçlüğü (diskalkuli) görülen hastalarda sayı işleme performansını, sağlıklı bireylerle karşılaştırarak, bu iki grupta ne gibi farkların olduğunun incelenmesi amaçlanmıştır. Sayısal algı, görsel uzaysal uyarılarla davranışsal olarak hasta/kontrol farkı açısından karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Hem deney hem de kontrol grubuna bilgisayarda nokta karşılaştırma, sembolik sayı karşılaştırma ve zihinsel sayı doğrusu testleri uygulanmıştır. Çocuklar, uzman psikiyatrist tarafından diğer psikiyatrik bozuklukların varlığı ve uzman psikolog tarafından zekâ düzeyi (WISC-R testi ile) açısından değerlendirilmiştir. Ayrıca uygulanan paradigmanın araştırma sonrasında yapılacak olan görüntüleme çalışmasında da kullanılması amaçlanmıştır.

Diskalkuli grubunun matematik becerileri sağlıklı kontrollerle karşılaştırıldığında, gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Buna karşın bilgisayarda uygulanan nokta karşılaştırma, sayı karşılaştırma ve zihinsel sayı doğrusu testlerinde diskalkulik çocukların reaksiyon zamanları ve doğruluk yüzdeleri kontrol grubu sağlıklı çocuklardan anlamlı olarak farklı bulunamamıştır. Hasta ve kontrol grupları oluşturulurken uygulanan yaş, zekâ ve el tercihi kriterlerinin eşleştirilmesi ve kullanılan paradigmanın farklılığı literatürle uyumsuzluğun nedeni olabilir. Fakat uygulanan bu paradigma ileriki görüntüleme çalışmalarında diskalkuli hastaları ile sağlıklı kontroller arasındaki beyin işlev farklılıklarının uygun bir şekilde test edilmesine olanak sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Davranış Deneyi, Diskalkuli, Matematik Becerisi, Sayı Algısı.

SUMMARY

Evaluating the Performance of Number Processing on Patients with Having Math Learning Disabilities (Dyscalculia) and Healthy Subjects

It is not known that what malfunctions in the brain causes dyscalculia, which propounded that may be associated with the problems in perception of numbers. To obtain the additional information about mechanisms of mathematic learning difficulties, which seen in the community at a very high rate of %5 in brain will provide social benefits to the society.

Before the present study, 1944 3rd grade primary school students selected from 13 primary schools in Mamak and Çankaya districts of Ankara Province, were screened by math achievement tests, calculations performance tests and RAVEN test, in terms of mathematics learning disabilities. Through scanned data, children with mathematics learning difficulties and healthy individuals who were selected with no differences in terms of age, intelligence and handedness participated in the experiment. Number processing performance of patients with mathematics learning disabilities compared to healthy individuals to examine what kind of difference in these two groups. Number sense is evaluated by visuospatial stimuli in behavioral task in terms of patients/control difference. Dot comparison, symbolic number comparison and mental number line tests on computer were applied to the both experimental and control groups. Children were evaluated by an expert psychologist in terms of level of intelligence (WISC-R test) and by an expert psychiatrist in the way of the presence of other psychiatric disorders. Also, the applied paradigm is intended to use in brain imaging studies, which will be performed after this research.

When compared math skills of dyscalculia group with healthy controls, there was a significant difference between these two groups. However, there was no significant difference between dyscalculic children and healthy control group, in terms of reaction times and accuracy percentages in computer implemented dot comparison, number comparison and mental number line tests. Difference of paradigm and matching age, intelligence and handedness criteria that applied when creating the patient and control groups may be the causes of literature mismatch. However, this applied paradigm could allow testing of brain function differences in an appropriate manner between dyscalculia patients and healthy controls in further imaging studies.

Keywords: Behavioural Experiment, Dyscalculia, Math Ability, Number Perception.

RESUMEN

Evaluación del rendimiento del Procesado de Números en Pacientes con Problemas en el Aprendizaje de Matemáticas (Discalculía) y Sujetos Sanos.

No se sabe que defecto de funcionamiento en el cerebro causa la discalculía, que fue propuesta que puede estar asociada con problemas en la percepción de los números. Para obtener información adicional acerca de los mecanismos de las dificultades del aprendizaje matemático, que ven en la población a una tasa muy alta del 5% en el cerebro; los resultados de este estudio pueden proporcionar beneficios sociales.

Antes del presente estudio, 1944 estudiantes de 3^{er} grado de primaria seleccionados de 13 escuelas primarias en los distritos de Mamak y Çankaya en Ankara, fueron seleccionadas para los test de funcionamiento de matemáticas, test de funcionamiento de cálculo y test RAVEN, en términos de problemas en el aprendizaje de matemáticas. A través de los datos escaneados, los niños con dificultades de aprendizaje de matemáticas y los individuos sanos que fueron seleccionados sin diferencias en cuanto a edad, inteligencia y lateralidad, participaron en el experimento. En el rendimiento de procesamiento de números en pacientes con discapacidad para las matemáticas en comparación con individuos sanos se examinó qué tipo de diferencia hay entre estos dos grupos. El sentido numérico se evaluó mediante estímulos visuoespaciales durante tareas de comportamiento en términos de diferenciación de pacientes/control. Se aplicaron pruebas de comparación de puntos, comparación de números simbólicos y pruebas de línea número-mentales en ordenador a los grupos experimentales y de control. Los niños fueron evaluados por un psicólogo experto en términos de nivel de inteligencia (prueba WISC-R) y por un psiquiatra experto en otros trastornos psiquiátricos. Además, el modelo aplicado está destinado para su uso en estudios de imágenes cerebrales, los cuales se llevarán a cabo después de esta investigación.

Cuando se compara las habilidades matemáticas del grupo con discalculía con los controles sanos, se observó una diferencia significativa entre estos ambos Sin embargo, no hubo diferencia significativa entre los niños sanos y los que padecían discalculía en términos de tiempos de reacción y porcentaje de exactitud en las pruebas de comparación de puntos, comparación de números simbólicos y pruebas de línea número-mentales en ordenador. La diferencia y desajustes de criterios del modelo respecto a la edad, inteligencia y lateralidad que se aplicaron al crear los grupos de pacientes y de control pueden ser las causas de la falta de coincidencia bibliográfica. Sin embargo, este modelo aplicado podría permitir probar diferencias en la función del cerebro de una manera apropiada entre los pacientes y controles sanos en discalculia en otros estudios.

Palabras Clave: Discalculía, Experimento Conductual, Habilidad Matemática, Percepción de Números.

KAYNAKLAR

- ALARCON M, DEFRIES JC, GILLIS LIGHT J, PENNINGTON BF (1997). A twin study of mathematics disability. *Journal of Learning Disabilities*, **30**: 617-623.
- ANSARI D, KARMILOFF-SMITH A (2002). Atypical trajectories of number development. *Trends in the Cognitive Sciences*, **6**: 511-516.
- ANTELL SE, KEATING DP (1983). Perception of numerical invariance in neonates. *Pupil Development*, **54**: 695-701.
- ASHCRAFT MH, YAMASHITA TS, ARAM DM (1992). Mathematics performance in left and right brain-lesioned children. *Brain and Cognition*, **19**: 208-252.
- AUSTRALIAN EDUCATION COUNCIL (1990). A National Statement on Mathematics for Australian Schools. Melbourne: Curriculum Corporation.
- BADIAN NA (1983). Dyscalculia and nonverbal disorders of learning. In *Progress in learning disabilities*, Ed.: Myklebust HR, p: 235-264. New York: Stratton.
- BEACHAM N, TROTT C (2005). Development of a first-line screener for dyscalculia in Higher Education. *The Skill Journal*, **81**: 13-19.
- BERTELETTI I, LUCANGELI D, PIAZZA M, DEHAENE S, ZORZI M (2010). Numerical estimation in preschoolers. *Developmental Psychology*, **46(2)**: 545-551.
- BOBIS J (1991). The effect of instruction on the development of computation estimation strategies. *Mathematics Education Research Journal*, **3**: 7-29.
- BOBIS J (1996). Visualisation and the development of number sense with kindergarten children. In *Children's Number Learning : A Research Monograph of the Mathematics Education Group of Australasia and the Australian Association of Mathematics Teachers*, Ed.: Mulligan J, Mitchelmore, M.
- BOBIS J (2008). Early Spatial Thinking and the development of Number Sense. *Australian Primary Mathematics Classroom*, **13(3)**: 4-9.
- BOOTH JL, SIEGLER RS (2008). Numerical magnitude representations influence arithmetic learning. *Child Development*, **79**: 1016-1031.
- BUCKLEY P, GILLMAN C (1974). Comparisons of digits and dot patterns. *J. Exp. Psychol.* **103**: 1131-1136.
- BUTTERWORTH B (1999). *The Mathematical Brain*. London: MacMillan, p: 163-217.

- BUTTERWORTH B (2003). *Dyscalculia Screener: Highlighting Pupils with Specific Learning Difficulties in Maths*. London, UK: Nelson Publishing Company.
- CASE R, SOWDER J (1990). The development of computational estimation: A neo-Piagetian analysis. *Cognition and Instruction*, **7**: 79-104.
- CHAPMAN LJ, CHAPMAN JP (1987). The measurement of handedness. *Brain and Cognition*, **6**: 175-183.
- CHOCHON F, COHEN L, VAN DE MOORTELE PF, DEHAENE S (1999). Differential contributions of the left and right inferior parietal lobules to number processing. *Journal of Cognitive Neuroscience*, **11**: 617– 630.
- CLEMENTS DH (1999). Subitizing: What is it? Why teach it? *Teaching Children Mathematics*, p:400-405.
- CLEMENTS DH, SARAMA J (2009). *Learning and teaching early math: the learning trajectories approach*. New York: Routledge.
- COBB P, WOOD T, YACKEL E, NICHOLLS J, WHEATLEY G, TRIGATTI B, PERLWITZ M (1991). Assessment of a problem-centred second-grade mathematics project. *Journal for Research in Mathematics Education*, **22**: 3-29.
- COHEN L, DEHAENE S (1991). Neglect dyslexia for numbers? A case report. *Cogn. Neuropsychol.*, **8**: 39 – 58.
- COHEN L, DEHAENE S (1996). Cerebral networks for number processing: Evidence from a case of posterior callosal lesion. *NeuroCase*, **2**: 155–174.
- CORBETTA M, KINCADE JM, OLLINGER JM, MCAVOY MP, SHULMAN GL (2000). Voluntary orienting is dissociated from target detection in human posterior parietal cortex. *Nature Neuroscience*, **3**: 292–297.
- CULHAM JC, KANWISHER NG (2001). Neuroimaging of cognitive functions in human parietal cortex. *Current Opinions in Neurobiology*, **11**: 157–63.
- D'ANGIULLI A, SIEGEL LS (2003). Cognitive functioning as measured by the WISC-R: Do children with LD have distinctive patterns of performance? *Journal of Learning Disabilities*, **36**: 48-58.
- DE SMEDT B, GILMORE C (2011). Defective number module or impaired access? Numerical magnitude processing in first graders with mathematical difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology*, **108**: 278-292.
- DE VOS T (1992). *Tempo-test rekenen (Number fact retrieval test)*. Nijmegen: Berkhout.
- DEHAENE S (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition*, **44**: 1-42.

- DEHAENE S (1997). *The Number Sense*. New York: Oxford University Press.
- DEHAENE S (2009). *Reading in the Brain: The New Science of How We Read*. New York: Penguin.
- DEHAENE S, DUPOUX E, MEHLER J (1990). Is numerical comparison digital? Analogical and symbolic effects in two-digit number comparison. *J. Exp. Psychol. Hum. Percept. Perform.*, **16**: 626 – 641.
- DEHAENE S, JOBERT A, NACCACHE L, CIUCIU P, POLINE JB, LE BIHAN D, COHEN L (2004). Letter binding and invariant recognition of masked words: behavioral and neuroimaging evidence. *Psychol. Sci.* **15**: 307–313.
- DEHAENE S, MARQUES JF (2002). Cognitive euroscience: Scalar variability in price estimation and the cognitive consequences of switching to the euro. *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*, **55(A)**:705–731.
- DEHAENE S, NACCACHE L (2001). Towards a cognitive neuroscience of consciousness: Basic evidence and a workspace framework. *Cognition*, **79**: 1–37.
- DEHAENE S, PIAZZA M, PINEL P, COHEN L (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cogn. Neuropsychol.*, **20**: 487–506.
- DEHAENE S, SPELKE E, PINEL P, STANESCU R, TSIVKIN S (1999). Sources of mathematical thinking: Behavioral and brainimaging evidence. *Science*, **284**: 970–974.
- DFES (2001). *Guidance to Support Pupils with Dyslexia and Dyscalculia (DfES 0512/2001)*. London: Department for Education and Skills.
- DONLAN C, COWAN R, NEWTON EJ, LLOYD D (2007). The role of language in mathematical development: evidence from children with specific language impairments. *Cognition*, **103**: 23–33.
- EDEN GF (2002). The role of neuroscience in the remediation of students with dyslexia. *Nature Neuroscience*, **5(Suppl.)**: 1080–1084.
- FAWCETT AJ, NICOLSON RI (1994). Naming speed in children with dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, **27**: 641–646.
- FEIGENSON L, DEHAENE S, SPELKE E (2004). Core systems of number. *Trends in Cognitive Sciences*, **8(7)**: 307-314.
- FİDAN E (2013). İlkokul öğrencileri için matematik dersi sayılar öğrenme alanında başarı testi geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- FIEZ JA, PETERSEN SE (1998). Neuroimaging studies of word reading. *Proc Natl Academy Sci U S A*, **95**: 914–921.
- FISCHER F (1990). A part-part-whole curriculum for teaching number to kindergarten. *Journal for Research in Mathematics Education*, **21**: 207-215.
- FLETCHER JF (1985). Memory for verbal and nonverbal stimuli in learning disabled subgroups: Analysis by selective reminding. *Journal of Experimental Pupil Psychology*, **40**: 244–59.
- FRANK MC, FEDORENKO E, LAI P, SAXE R, GIBSON E (2012). Verbal interference suppresses exact numerical representation. *Cognitive psychology*, **64(1)**: 74-92.
- FUSON KC (1988). Pupils' Counting and Concepts of Number. New York: Springer Verlag.
- GALLISTEL CR (2011) Prelinguistic thought. *Language learning and development*, **7**: 253-262.
- GALLISTEL CR, GELMAN R (2000). Non-verbal numerical cognition: From reals to integers. *Trends in Cognitive Sciences*, **4(2)**: 59–65.
- GEARY DC (1993) Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Psychological Bulletin*, **114**: 345–362.
- GEARY DC (1995). Reflections of evolution and culture in children's cognition: Implications for mathematical development and instruction. *American Psychologist*, **50**: 24-37.
- GEARY DC, BAILEY DH, LITTLEFIELD A, WOOD P, HOARD MK, NUGENT L (2009). First-grade predictors of mathematical learning disability: a latent class trajectory analysis. *Cognitive Development*, **24**: 411–429.
- GEARY DC, HAMSON CO, HOARD MK (2000). Numerical and arithmetical cognition: A longitudinal study of process and concept deficits in children with learning disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, **77**: 236–263.
- GEARY DC, HOARD MK, BYRD-CRAVEN J, NUGENT L, NUMTEE C (2007). Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Development*, **78**: 1343–1359.
- GELMAN R, GALLISTEL CR (1978). *The Pupil's Understanding of Number* (1986 edn.). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- GILMORE CK, MCCARTHY SE, SPELKE ES (2007). Symbolic arithmetic knowledge without instruction. *Nature* **447**: 589–592.

- GOSWAMI U (2003). Why theories about developmental dyslexia require developmental designs. *Trends in Cognitive Sciences*, **7(12)**: 534.
- GÖKLER B, ÜNAL F, PEHLİVANTÜRK B, KÜLTÜR EÇ, AKDEMİR D, TANER Y (2004). Okul çağı çocukları için duygulanım bozuklukları ve şizofreni görüşme çizelgesi - şimdi ve yaşam boyu şekli-Türkçe uyarlamasının geçerlik ve güvenilirliği. *Çocuk ve Gençlik Ruh Sağlığı Dergisi (Turkish Journal of Child and Adolescent Mental Health)*, **11 (3)**: 109- 116.
- GRAPHOGAME (2015), Erişim Adresi: [<http://info.graphogame.com/>]. Erişim tarihi: 10/12/2015.
- GROSS-TSUR V, MANOR O, SHALEV RS (1996). Developmental dyscalculia: Prevalence and demographic features. *Developmental Medicine and Child Neurology*, **38**: 25-33.
- HALBERDA J, FEIGENSON L (2008). Developmental change in the acuity of the "Number Sense": The Approximate Number System in 3-, 4-, 5-, and 6-yearolds and adults. *Developmental psychology*, **44(5)**: 1457.
- HALBERDA J, MAZZOCCO MM, FEIGENSON L (2008). Individual differences in non-verbal number acuity correlate with maths achievement. *Nature*, **455(7213)**: 665-668.
- HAUSER, MARC D, CHOMSKY N, FITCH WT (2002). The faculty of language: What is it, who has it, and how did it evolve?, *Science* , **298**: 1569- 1579.
- HITCH GJ, MCAULEY E (1991). Working memory in children with specific arithmetical learning difficulties. *British Journal of Psychology*, **82**: 375-386.
- HOLLOWAY ID, ANSARI D (2009). Mapping numerical magnitudes onto symbols: The numerical distance effect and individual differences in children's mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, **103**: 17-29.
- HOPE J, SHERRIL J (1987). Characteristics of unskilled and skilled mental calculators. *Journal for Research in Mathematics Education*, **18**: 98-111.
- IUCULANO T, TANG J, HALL CWB, BUTTERWORTH B (2008). Core information processing deficits in developmental dyscalculia and low numeracy. *Dev. Sci.*, **11**: 669-680.
- IZARD V, PICA P, SPELKE E, DEHAENE S (2008). Exact Equality and Successor Function: Two Key Concepts on the Path towards Understanding Exact Numbers. *Philosophical Psychology*, **21(4)**: 491-505.
- IZARD V, SANN C, SPELKE ES, STRERI A (2009). Newborn infants perceive abstract numbers. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **106 (25)** :10382-10385.

- JUNG M, HARTMAN P, SMITH T, WALLACE S (2013). The Effectiveness of Teaching Number Relationships in Preschool. *International Journal of Instruction*, **6(1)**: 165-178.
- KAUFMAN J, BIRMAHER B, BRENT D, RAO U, FLYNN C, MORECI P, WILLIAMSON, D RYAN N (1997). Schedule for affective disorders and schizophrenia for school-age children – present and lifetime version (K-SADS-PL): initial reliability and validity data. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, **36**: 980–988.
- KAUFMANN L, VOGEL S, WOOD G, KREMSER C, SCHOCKE M, ZIMMERHACKL L-B, KOTEN JW (2008). A developmental fMRI study of non-symbolic numerical and spatial processing. *Cortex*, **44**: 376–85.
- KOONTZ KL, BERCH DB (1996). Identifying simple numerical stimuli: processing inefficiencies exhibited by arithmetic learning disabled pupils. *Mathematical Cognition*, **2(1)**: 1–23.
- KOSC L (1974). Developmental dyscalculia. *Journal of Learning Disabilities*, **7**: 164–177.
- KUCIAN K, GROND U, ROTZER S, HENZI B, SCHONMANN C, PLANGGER F, GÄLLI M, MARTIN E, VON ASTER M (2011). Mental number line training in children with developmental dyscalculia. *Neuroimage*, **57**: 782–795.
- LANDERL K (2013). Development of numerical processing in children with typical and dyscalculic arithmetic skills - a longitudinal study. *Front. Psychol.*, **4**: 459.
- LANDERL K, BEVAN A, BUTTERWORTH B (2004). Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: a study of 8-9-year-old students. *Cognition*, **93(2)**: 99-125.
- LANDERL K, KÖLLE C (2009). Typical and atypical development of basic numerical skills in elementary school. *J. Exp. Child Psychol.*, **103**: 544–563.
- LASKI EV, SIEGLER RS (2007). Is 27 a big number? Correlational and causal connections among numerical categorization, number line estimation, and numerical magnitude comparison. *Child Development*, **78**: 1723–1743.
- LAWSON JS, INGLIS J (1985). Learning disabilities and intelligence test results: a model based on a principal components analysis of the WISC-R. *Br J Psychol.*, **76**:35-48.
- LE CLEC'H G, DEHAENE S, COHEN L, MEHLER J, DUPOUX E, POLINE JB, LEHE'RICY S, VAN DE MOORTELE PF, LE BIHAN D (2000). Distinct cortical areas for names of numbers and body parts independent of language and input modality. *NeuroImage*, **12**: 381–391.
- LEE KM (2000). Cortical areas differentially involved in multiplication and subtraction: A functional magnetic resonance imaging study and correlation with a case of selective acalculia. *Annals of Neurology*, **48**: 657-661.

- LEWIS C, HITCH G, WALKER P (1994). The prevalence of specific arithmetic difficulties and specific reading difficulties in 9- and 10- year old boys and girls. *Journal of Pupil Psychology and Psychiatry*, **35**: 283–92.
- LIBERTUS M, BRANNON E (2010). Stable individual differences in number discrimination in infancy. *Developmental Science*, **13(6)**: 900-906.
- LIPTON JS, SPELKE ES (2003). Origins of number sense: Large-number discrimination in human infants. *Psychological Science*, **14**: 396–401.
- MATHEMATICS SUPPORT TEAM (2012), Dyscalculia, Erişim Adresi: [\[http://primarymaths.skola.edu.mt/wp-content/uploads/2012/01/Dyscalculia.pdf\]](http://primarymaths.skola.edu.mt/wp-content/uploads/2012/01/Dyscalculia.pdf)
Erişim tarihi: 10/12/2015.
- MATLAB version 7.10.0. Natick, Massachusetts: The MathWorks Inc., 2010.
- MAZZOCCO MMM, FEIGENSON L, HALBERDA J (2011). Impaired acuity of the approximate number system underlies mathematical learning disability (dyscalculia). *Child Dev.* **82**: 1224–1237.
- MEB (2004). İlköğretim Matematik Dersi Öğretim Programı. Ankara: Milli Eğitim Basımevi, s: 1-251.
- MENON V, RIVERA SM, WHITE CD, GLOVER GH, REISS AL (2000). Dissociating prefrontal and parietal cortex activation during arithmetic processing. *NeuroImage*, **12**: 357–365.
- MESSENGER C, EMERSON J, BIRD R (2007). Dyscalculia in Harrow. *Mathematics Teaching Incorporating Micromath*, **204**: 37–39.
- MOELLER K, NEUBURGER S, KAUFMANN L, LANDERL K, NUERK HC (2009). Basic number processing deficits in developmental dyscalculia: Evidence from eye tracking. *Cognitive Development*, **24(4)**: 371-386.
- MUNRO J (2003). Dyscalculia: A unifying concept in understanding mathematics learning disabilities. *Australian Journal of Learning Disabilities*, **8(4)**: 1-13.
- MUSSOLIN C, DE VOLDER A, GRANDIN C, SCHLÖGEL X, NASSOGNE MC, NOËL MP (2010). Neural correlates of symbolic number comparison in developmental dyscalculia. *J. Cogn. Neurosci.*, **22**:860–874.
- NALÇACI E, KALAYCIOĞLU C, GÜNEŞ E, ÇİÇEK M (2002). El Tercihi Anketinin Geçerlik ve Güvenilirliği. *Türk Psikiyatri Dergisi*, **13(2)**: 99-106.
- NAN Y, KNÖSCHE TR, LUO Y-J (2006). Counting in everyday life: discrimination and enumeration. *Neuropsychologica*, **44**: 1103–1113.

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (1989). Curriculum and Evaluation of Standards for School Mathematics. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (2000). Principles and standards for school mathematics. Reston, VA: Author.

NEGEN J, SARNECKA BW (2014). Is there really a link between exact-number knowledge and ANS acuity in young children?. *British Journal of Developmental Psychology*. Erişim adresi: [<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25403910>] Erişim tarihi: 9/12/2015.

OLKUN S, ALTUN A, GÖÇER- ŞAHİN S, AKKURT-DENİZLİ Z (2015a). Temel Sayı Yeterliklerindeki Eksiklikler İlköğretim Öğrencilerinde Düşük Matematik Başarısına Neden Olabilir. *Eğitim ve Bilim*, **40(177)**: 141-159.

OLKUN S, ALTUN A, CANGÖZ B, GELBAL S, SUCUOĞLU B (2012). Developing Tasks for Screening Dyscalculia Tendencies, Refereed Program of the E-Leader Conference at Berlin, Germany, <http://www.g-casa.com>, ISSN 1935-4819, Chinese American Scholars Association, New York, USA.

OLKUN S, CAN D, YEŞİLPINAR M (2013). Hesaplama Performansı Testi: Geçerlilik Ve Güvenilirlik Çalışması. Paper presented at the USOS 2013 Ulusal Sınıf Öğretmenliği Sempozyumu, Aydın, TR.

OLKUN S, ÇELİK E, TURAL SÖNMEZ M, CAN D (2014). İlköğretim Birinci Sınıf Türk Öğrencilerinde Sayma İlkelerinin Gelişimi. *Baskent University Journal of Education*, **1(2)**: 115-125.

OLKUN S, ÖZDEM Ş (2015b). Kavramsal şipşak sayılama uygulamalarının hesaplama performansına etkisi. *Baskent University Journal of Education*, **2(1)**: 1-9.

OXFORD DICTIONARIES (2015). Oxford University Press. Erişim Adresi: [<http://www.oxforddictionaries.com/definition/english/number>]. Erişim Tarihi: 10/12/2015.

PAULESU E, FRITH CD, FRACKOWIAK RSJ (1993). The neural correlates of the verbal component of working memory. *Nature*, **362**: 342–345.

PESENTI M, THIOUX M, SERON X, DE VOLDER A (2000). Neuroanatomical substrates of arabic number processing, numerical comparison, and simple addition: A PET study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, **12**: 461–479.

PIAZZA M (2010). Neurocognitive start-up tools for symbolic number representations. *Trends in Cognitive Sciences*, **14(12)**: 542–551.

- PIAZZA M, FACOETTI A, TRUSSARDI AN, BERTELETTI I, CONTE, LUCANGELI D, DEHAENE S, ZORZI M (2010). Developmental trajectory of number acuity reveals a severe impairment in developmental dyscalculia. *Cognition*, **116**: 33–41.
- PIAZZA M, GIACOMONI E, LE BIHAN D, DEHAENE S (2003). Single-trial classification of parallel pre-attentive and serial attentive processes using functional magnetic resonance imaging. *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*, **270(1521)**: 1237–1245.
- PIAZZA M, DEHAENE S (2004). From number neurons to mental arithmetic: the cognitive neuroscience of number sense. In: *The Cognitive Neurosciences*, Gazzaniga M, 3rd Ed.
- PIAZZA M, MECHELLI A, BUTTERWORTH B, PRICE CJ (2002a). Are subitizing and counting implemented as separate or functionally overlapping processes?. *Neuroimage*, **15**: 435-446.
- PIAZZA M, MECHELLI A, PRICE CJ, BUTTERWORTH B (2002b). The quantifying brain: Functional neuroanatomy of numerosity estimation and counting. Submitted.
- PIAZZA M, MECHELLI A, PRINCE CJ, BUTTERWORTH B (2006). Exact and approximate judgements of visual and auditory numerosity: An fMRI study. *Brain Research*, **1106**: 177–188.
- PIAZZA M, PINEL P, LE BIHAN D, DEHAENE S (2007). A magnitude code common to numerosities and number symbols in human intraparietal cortex. *Neuron*, **53(2)**: 293–305.
- PICA P, LEMER C, IZARD V, DEHAENE S (2004). Exact and approximate arithmetic in an Amazonian indigene group. *Science*, **306(5695)**: 499-503.
- PIETERS S, DE BLOCK K, SCHEIRIS J, EYSEN M, DESOETE A, DEBOUTTE D, ROEYERS H (2012). How common are motor problems in children with a developmental disorder: rule or exception? *Child: care, health and development*, **38(1)**: 139-145.
- PINEL P, DEHAENE S, RIVIERE D, LEBIHAN D (2001). Modulation of parietal activation by semantic distance in a number comparison task. *NeuroImage*, **14(5)**: 1013–1026.
- PRICE C (1998). The functional anatomy of word comprehension and production. *Trends in Cognitive Science*, **2**: 281–288.
- PRICE GR, ANSARI D (2013). Dyscalculia: Characteristics, Causes and Treatments. *Numeracy*, **6(1)**: Article 2.
- PSYCHOPHYSICS TOOLBOX Version 3, Mario Kleiner, 2013.

- RAVEN J, RAVEN JC, COURT JH (2000). Section 3: Standard Progressive Matrices Manual for Raven's Progressive Matrices and Vocabulary Scales. San Antonio, TX: Harcourt Assessment.
- ROSS S (1989). Parts, wholes, and place value: A developmental view. *Arithmetic Teacher*, **36**: 47-51.
- ROURKE B (1989). Nonverbal learning disabilities. The Syndrome and the Model. New York: Guilford Press.
- ROUSSELLE L, NOËL MP (2007). Basic numerical skills in children with mathematics learning disabilities: A comparison of symbolic vs. non-symbolic number magnitude. *Cognition*, **102**: 361–395.
- SARIPINAR E, ERDEN G (2010) Okuma Güçlüğünde Akademik Beceri Ve Duyusal-Motor İşlevleri Değerlendirme Testlerinin Kullanılabilirliği. *Türk Psikoloji Dergisi*, **25(65)**:56-67.
- SAVAŞIR I, ŞAHİN N (1995). Wechsler çocuklar için zekâ ölçęđi (WISC-R) uygulama kitapçığı. Ankara: Türk Psikologlar Derneği.
- SHALEV RS, GROSS-TSUR V (1993). Developmental dyscalculia and medical assessment. *Journal of Learning Disabilities*, **26**: 134–37.
- SHALEV RS, GROSS-TSUR V (2001). Developmental dyscalculia. Review article. *Pediatric Neurology*, **24**: 337–42.
- SHALEV RS, MANOR O, GROSS-TSUR V (1997). Neuropsychological aspects of developmental dyscalculia. *Mathematical Cognition*, **3(2)**: 105–20.
- SHALEV RS, MANOR O, GROSS-TSUR V (2005). Developmental dyscalculia: a prospective six-year followup. *Dev. Med. Child Neurol.*, **47**: 121–125.
- SIEGEL LS, FELDMAN W (1983). Non-dyslexic pupils with combined writing and arithmetic difficulties. *Clinical Pediatrics*, **22**: 241–44.
- SIMON O, MANGIN JF, COHEN L, LE BIHAN D, DEHAENE S (2002). Topographical layout of hand, eye, calculation, and language-related areas in the human parietal lobe. *Neuron*, **33**: 475–87.
- SIMON TJ, VAISHNAVI S (1996). Subitizing and counting depend on different attentional mechanisms: Evidence from visual enumeration in afterimages. *Perception and Psychophysics*, **58**: 915–926.

- SOWDER J (1988). Mental computation and number comparison: Their roles in the development of number sense and computational estimation. In: *Research Agenda for Mathematics Education: Number Concepts and Operations in the Middle Grades* Ed.: Heibert & Behr (Hillsdale, NJ: Lawrence, Erlbaum, Reston) p:192-197.
- STARKEY P, COOPER RG (1995). The development of subitizing in young children. *British Journal of Developmental Psychology. Part 4*, **13**: 399–420.
- STARKEY P, SPELKE ES, GELMAN R (1990). Numerical abstraction by human infants. *Cognition*, **36**: 97-128.
- STEFFE LP, COBB P (1988). Construction of arithmetical meanings and strategies. New York: Springer-Verlag.
- TALLAL P, MILLER SL, BEDI G, BYMA G, WANG X, NAGARAJAN SS, SCHREINER C, JENKINS WM, MERZENICH MM (1996). Language comprehension in language-learning impaired children improved with acoustically modified speech. *Science*, **271(5245)**: 81-84.
- TEMPLE E, DEUTSCH GK, POLDRACK RA, MILLER SL, TALLAL P, MERZENICH MM, GABRIELI JDE (2003). Neural deficits in children with dyslexia ameliorated by behavioral remediation: Evidence from functional MRI. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **100**: 2860–2865.
- THIOUX M, PESENTI M, DE VOLDER A, SERON X (2002). Category-specific representation and processing of numbers and animal names across semantic tasks: A PET study. *NeuroImage*, **13**: (6 suppl. 2/2), S617.
- TRAFTON P (1992). Using number sense to develop mental computation and computational estimation. In: *Challenging Children to Think when they Compute*, Ed.: Irons C. Brisbane: Centre for Mathematics and Science Education, Queensland University of Technology. P: 78-92.
- TRICK L, PYLYSHYN ZW (1994). Why are small and large numbers enumerated differently? A limited-capacity preattentive stage in vision. *Psychological Review*, **101**: 80 - 102.
- WATSON DG, MAYLOR EA, BRUCE LAM (2005). Effects of age on searching for and enumerating targets that cannot be detected efficiently. *Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A-Human Experimental Psychology*, **58**: 1119–1142.
- WATSON DG, MAYLOR EA, BRUCE LAM (2007). The role of eye movements in subitizing and counting. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **33**: 1389–1399.

- WILSON AJ, DEHAENE S (2007). Number sense and developmental dyscalculia. In:
Human behavior, learning and the developing brain: Atypical development, Ed.: Coch
D, Dawson G, Fischer K, New York: Guilford Press. Chapter:5
- WILSON AJ, DEHAENE S, PINEL P, REVKIN SK, COHEN L, COHEN D (2006).
Principles underlying the design of “The Number Race”, an adaptive computer game
for remediation of dyscalculia. *Behavioral and Brain Functions*, **2**: 19.
- XUE F, SPELKE E (2000). Large number discrimination in 6-month-old infants. *Cognition*,
74: B1-B11.

Ek 1. Demografik Bilgi Formu

DENEK NO	TARİH
YAŞ	CİNSİYET
TELEFON	Ev Cep
E. mail	
ÖZGEÇMİŞ	<p>BİLİNEN BİR HASTALIĞIM VARDIR :</p> <p>.....</p> <p>(Lütfen adını yazınız)</p> <p>SÜREKLİ KULLANDIĞIM İLAÇ(LAR) VARDIR:</p> <p>.....</p> <p>(Lütfen adını yazınız)</p> <p>İKİZİNİZ VAR MI? Var (.....) Yok(.....)</p>

Ek 2. El Tercih Anketi

KOD:

TARİH:

Aşağıda belirtilen işleri yaparken öncelikle tercih ettiğiniz elinizi işaretleyiniz. İki elinizden herhangi birini öncelikle tercih etmiyorsanız "Her ikisi de" yanıtını işaretleyiniz.

<i>El Tercih</i>	SOL	SAĞ	HER İKİSİ DE
Yazı yazarken			
Çizerken			
Bir şey fırlatırken			
Çekiç kullanırken (çekici tutan el)			
Diş fırçalarken			
Silgi ile silerken			
Makas kullanırken			
Kibrit çakarken			
Bir teneke boya karıştırırken			
Kaşık kullanırken			
Tornavida kullanırken			
Kavanoz kapağı açarken (kapağı açan el)			
Bıçak kullanırken (çatalsız)			
Toplam Puan:			

SİZ DAHİL KAÇ KARDEŞİNİZ?.....

AİLENİZDEKİ SOLAKLAR?

Anne() Baba() Solak Kardeş Sayısı()

Akrabalar (Solak Olanların Yakınlık Derecesi ve Sayısı):

Ek 3. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul İzin Formu

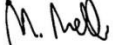
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Beynin uzaysal, zamansal ve sayısal işlevleriyle ilgili tanımlanacak devre modellerinden yararlanarak matematik öğrenme güçlüğü (diskalkuli) hastalık haritasının elde edilmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Morfoloji Binası 06100 Sıhhiye/ANKARA
	TELEFON	0312 595 82 27
	FAKS	0312 310 63 70
	E-POSTA	etik@medicine.ankara.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof.Dr.Metehan Çiçek			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Fizyoloji			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi			
	DESTEKLEYİCİ				
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ				
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 2	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 3	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 4	<input type="checkbox"/>		
		Gözlemsel ilaç çalışması	<input type="checkbox"/>		
İlaç dışı klinik araştırma		<input type="checkbox"/>			
Diğer ise belirtiniz: Laboratuvar Vaka-kontrol Çalışması					
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input checked="" type="checkbox"/>	ULUSAL <input checked="" type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>	

ASLI GİBİDİR
18 Şubat 2014

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof.Dr.Mehmet Melli
İmza: 



Not: Etik kurul başkanının her sayfada imzasının olması gerekmektedir.

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Beynin uzaysal, zamansal ve sayısal işlevleriyle ilgili tanımlanacak devre modellerinden yararlanarak matematik öğrenme güçlüğü (diskalkuli) hastalık haritasının elde edilmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili			
		ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>	
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama					
	SİGORTA	<input type="checkbox"/>					
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input type="checkbox"/>					
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>					
	İLAN	<input type="checkbox"/>					
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>					
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>					
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>					
	DİĞER:	<input type="checkbox"/>					
KARAR BİLGİLERİ	Karar No:03-95-14	Tarih: 10 Şubat 2014					
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmann/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmann/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplanmaya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.						

ASLI GİBİDİR

10 Şubat 2014



Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof.Dr.Mehmet Melli
İmza: *M. Melli*

Not: Etik kurul başkanının her sayfada imzasının olması gerekmektedir.

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Beynin uzaysal, zamansal ve sayısal işlevleriyle ilgili tanımlanacak devre modellerinden yararlanarak matematik öğrenme güçlüğü (diskalkuli) hastalık haritasının elde edilmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof.Dr.Mehmet MELLİ

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
Prof.Dr.Mehmet MELLİ	Farmakoloji	A.Ü.Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		M. Melli
Prof.Dr.Cihan YURDAYDIN	Gastroenteroloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		
Prof.Dr.Mehmet GÜREL	Genel Cerrahi	A.Ü. Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		
Prof.Dr.Tanju ÖZÇELİKAY	Farmakoloji	A.Ü.Eczacılık Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		
Prof.Dr.Cem ATBAŞOĞLU	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	A.Ü. Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		
Prof.Dr.Serdar ÖZTÜRK	Biyokimya	A.Ü. Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		
Prof.Dr.Serap SIVRİ	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	H.Ü. Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		
Prof.Dr.Zarife ŞENOCAK	Hukuk	A.Ü.Hukuk Fakültesi	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		
Prof.Dr.Banu ÇAKIR	Halk Sağlığı	H.Ü. Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		Rahatsız
Prof.Dr.Güngör UTKAN	Tıbbi Onkoloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		izinde
Doç.Dr.Derya ÖZTUNA	Biyostatistik	A.Ü. Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		
Doç.Dr.A. Ruhi SOYLU	Biyofizik	H.Ü. Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		
Yrd.Doç.Dr.Nüket KUTLAY	Tıbbi Genetik	A.Ü. Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		
Uzm.Dr.Önder İLGİLİ	Tıp Tarihi ve Etik	A.Ü.Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		
Gülsüm ASLAN	Arkeoloji	-	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		Rahatsız

*:Toplantıda Bulunma

*:Toplantıda Bulunma



Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof.Dr.Mehmet Melli
İmza: M. Melli

Not: Etik kurul başkanının her sayfada imzasının olması gerekmektedir.

Ek 4. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

Araştırmanın Adı: Beynin Sayısal İşlevleriyle İlgili Devre Modellerinin Tasarlanması ve Matematik Öğrenme Güçlüğü (diskalkuli) Hastalık Haritasının Elde Edilmesi

Bu araştırmanın amacı insan beyinde sayı algısıyla ilgili nöral ağlardaki bağlantısallığın (connectivity) fizyolojisinin aydınlatılması ve buradan hareketle matematik öğrenme güçlüğü (diskalkuli) görülen çocuklarda bu mekanizmalarda ne gibi sorunların olduğunun incelenmesidir.

Bu araştırma kapsamında çocuğunuzla klinik görüşme, zekâ testi ve öğrenmesiyle ilgili diğer testler yapılacaktır. Bu değerlendirmeler yaklaşık 2 saat sürecektir ve Ankara Üniversitesi Beyin Araştırmaları ve Uygulamaları Merkezi'nde yapılacaktır. Bu testlerin sonucusu, tablet bilgisayarda uygulanacaktır ve bu işlem 15 dakika kadar sürecektir. Çocuk testi başarıyla uyguladığı takdirde bir Manyetik Rezonans (MR) merkezinde yapılacak çekimler için randevu verilecektir. Bilkent'te bulunan bu merkezde MR çekimi yapılacaktır. Çekim sırasında bir ayna yardımıyla görülebilecek ve burada daha önce çocuğa öğretilmiş olan testin tekrar yapılması istenecektir. MR çekimi 1 saat kadar sürecektir.

MR çekimi işlevsel, yapısal ve difüzyon tensör görüntüleme unsurlarını içerecektir. MR çekimi uygun önlemler alındığı sürece zararsız bir işlemdir; radyasyon alınmaz, iğne yapılmaz. Fakat şiddetli kapalı yer korkusu olanların bu işlemi yapmaması gerekir. Kalp pili, metalik kalp kapakçığı ve insülin pompası ile MR çekimine katılmamak gerekmektedir. Bazı kalıcı uygulamalar (Diş dolguları gibi) MR çekimi için sorun oluşturmamaktadır. Doktorunuza çocuğun vücudundaki kalıcı araçlar/uygulamalar hakkında bilgi veriniz.

MR çekimi sırasında üşünebilir, gerekirse çocuğun üstüne örtü verilir. İşlem başlayınca, kuvvetli sesler duyulur. Görevliler bu sesi azaltmak için kulak tıkacı ya da kulaklık verebilir. MR biriminde görevlilerin çocuk ile konuşabileceği bir iç

iletişim sistemi vardır. Birkaç görevli yakında olacak ve çocuk iç iletişim sistemi ile onlarla kolayca iletişim kurabilecektir. Siz de kontrol odasında işlemi izleyebilirsiniz.

Araştırmaya katılmayı reddetme veya araştırmaya başladıktan sonra çocuğunuza devam ettirmeme hakkına sahiptir. Sizin/Katılımcının kendi rızasına bakılmaksızın araştırmacı tarafından da çocuk araştırma harici bırakılabilir.

Araştırmaya gönüllü olarak katılım esastır ve araştırmamızın bu bölümüne toplam 100 çocuk katılacaktır. Bu araştırma katılımcılara tıbbi bir yarar sağlamamaktadır. Araştırma süresince uygulanacak testler ücretsiz sağlanacaktır ve sosyal güvencenizi sağlayan kurum mali yük altına girmeyecektir.

Katılımcı veya yakını herhangi bir zarar veya sıkıntı durumunda şu hekimlerle ilişki kurabilir:

Dr. Özgür Öner Tel: 312-5957200

Dr. Metehan Çiçek Tel: 312-5958154

Ek. 5. Onam Formu

“Beynin Sayısal İşlevleriyle İlgili Devre Modellerinin Tasarlanması ve Matematik Öğrenme Güçlüğü (diskalkuli) Hastalık Haritasının Elde Edilmesi” başlıklı Ankara Üniversitesi Beyin Araştırmaları ve Uygulamaları Merkezi’nde ve Bilkent Üniversite’sinde gerçekleştirilecek bilimsel çalışmaya dair Dr. Özgür Öner, Dr. Metehan Çiçek, Dr. Sinan Olkun tarafından yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra çocuğum böyle bir araştırmaya “katılımcı” olarak davet edildi.

Eğer çocuğum bu araştırmaya katılırsa hekim ile arasında kalması gereken bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden çocuğum araştırmadan çekilebilir. *(Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimizi önceden bildirmemizin uygun olacağını bilincindeyim)* Ayrıca tıbbi durumuna herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından çocuğum araştırma dışında tutulabilir.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle çocuğumda meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorununun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımızda; herhangi bir saatte, Dr. Özgür Öner’e 5957200 Dr. Metehan Çiçek’e 5958154 no’lu telefondan, arayabileceğimi biliyorum.

Çocuğum bu araştırmaya katılmak zorunda değil ve katılmayabilir. Çocuğumun araştırmaya katılması konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer çocuğumun katılmasını reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkisine herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir dūřünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde çocuğumun “katılımcı” (denek) olarak yer alması kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

Çocuğın Adı soyadı Tarih İmza

Velinin Adı Soyadı Tarih İmza

Doktorun Adı Soyadı Tarih İmza

Tanıklık Eden

Kurum Yetkilisinin Adı Soyadı Tarih İmza

Ek.6. Araştırma İzni



T.C.
ANKARA VALİLİĞİ
Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 14588481/605.99/764011
Konu: Araştırma izni

20/02/2014

ANKARA ÜNİVERSİTESİNE
(Eğitim Bilimleri Enstitüsü)

İlgi: a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 2012/13 nolu Genelgesi.
b) 11/02/2014 tarih ve 716 sayılı yazınız.

Üniversiteniz Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Metehan ÇİÇEK' in yürütücüsü olduğu "Beynin uzaysal, zamansal ve sayısal işlevleriyle ilgili tanımlanacak devre modellerinden yararlanarak matematik öğrenme gücünü (diskalkuli) hastalık haritasının elde edilmesi" başlıklı proje kapsamında çalışma yapma talebi Müdürlüğümüzce uygun görülmüş ve araştırmanın yapılacağı İlçe Milli Eğitim Müdürlüğüne bilgi verilmiştir.

Uygulama örneklerinin (9 sayfa) araştırmacı tarafından uygulama yapılacak sayıda çoğaltılması ve çalışmanın bitiminde iki örneğinin (cd ortamında) Müdürlüğümüz Strateji Geliştirme Bölümüne gönderilmesini arz ederim.

Hakan GÖNEN
Müdür a.
Şube Müdürü

Aslı Çetinkaya
21.02.2014
Nermin ÇETİNKAYA

Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5 inci maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Evrak teyidi <http://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 1810-7319-30f6-a5a3-d45b kodu ile yapılabilir.

Konya yolu Başkent Öğretmen Evi arkası Beşevler ANKARA
e-posta: istatistik06@meb.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için: Emine KONUK
Tel: (0 312) 221 02 17/135

Ek.7. Örneklem Alınan Okulların Sosyo-ekonomik Düzeylere Göre Sınıflandırılması

Aşağıdaki bilgiler ilçe milli eğitim müdürlüğünde çalışan 7 şube müdürü ve bu okulları bilen bir okul müdürünün birbirinden bağımsız bir şekilde verdikleri görüşleri dikkate alınarak oluşturulmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Okul öğrencilerinin **çoğunluğunun** aile gelir, kültür ve eğitim durumları itibariyle geldiği sosyal çevre düşünülerek ve Ankara ortalaması temel alınarak yapılan sınıflandırma.

OKUL ADI	İLÇE	3. SINIF ÖĞRENCİ SAYISI	ÇALIŞMAYA ALINAN ÖĞRENCİ SAYISI	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ORTA	İYİ	ÇOK İYİ
Hamdullah Suphi İO	Çankaya	132	1					x
Hürriyet İO	Çankaya	40	1				x	
Seyranbağları İO	Çankaya	72	5			x		
Kurtuluş İO	Çankaya	288	4				x	
Mimar Kemal İO	Çankaya	123	3				x	
Ulubatlı Hasan İO	Çankaya	63	-				x	
75. Yıl İO	Mamak	352	9		x			
Abidin Paşa İO	Mamak	197	4			x		
Ahmet Hızal İO	Mamak	115	-		x			
Ayşe-Zeki Sayan İO	Mamak	121	3			x		
Demirlibahçe İO	Mamak	159	3				x	
İltekin İO	Çankaya	145	2				x	
Mohaç İO	Çankaya	127	4		x			

ÖZGEÇMİŞ

I- Bireysel Bilgiler

Adı: İpek

Soyadı: ÇELİKAĞ

Doğum yeri ve tarihi: Ankara / 1988

Uyruğu: T.C.

Medeni durumu: Bekâr

İletişim adresi ve telefonu: Dil devrimi cad. Kentkonakları sit. B6 blk.

No:98/30 Etimesgut/ ANKARA (0506) 287 34 73

II- Eğitimi

Hacettepe Üniversitesi, Biyoloji Bölümü (2007-2013)

Universidad de Sevilla, Biyoloji Bölümü, ERASMUS öğrencisi, İspanya (2010-2011)

75. Yıl Cumhuriyet Lisesi (2002-2006)

Yabancı Dili:

- İngilizce
- İspanyolca

III- Ünvanları: Biyolog

IV- Mesleki Deneyimi

- Düzen Laboratuvarları, Hormonlar Bölümü, Stajyer Öğrenci (2010)
- 100.Yıl Hastanesi, Ana Laboratuvar, Stajyer Öğrenci (2009)

V- Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar

VI- Bilimsel İlgi Alanları

VII- Bilimsel Etkinlikleri

Aldığı burslar:

- TÜBİTAK 1001 Projesi Yüksek Lisans Öğrenci Bursu: ‘Beynin Sayısal İşlevleriyle İlgili Devre Modellerinin Tasarlanması ve Matematik Öğrenme Güçlüğü (Diskalkuli) Hastalık Haritasının Elde Edilmesi’ (Yürütücü: Prof. Dr. Metehan Çiçek)

Ödüller: -

Projeleri:

- ‘Beynin Sayısal İşlevleriyle İlgili Devre Modellerinin Tasarlanması ve Matematik Öğrenme Güçlüğü (Diskalkuli) Hastalık Haritasının Elde Edilmesi’ (2015-2018) (TÜBİTAK 1001 Projesi)
- ‘Korku Duygusunun Beyinde Zaman Algısı Süreçlerine Etkisi’ (2015-2016) (TÜBİTAK 1002 Projesi)

Verdiği konferans ya da seminerler:

- ‘Sayı Algısı ve Diskalkuli’, Ankara Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji Bölümü (Nisan, 2015)
- ‘Serebral laterizasyon ve El tercihi’, Hacettepe Üniversitesi, Biyoloji Bölümü (Nisan, 2012)
- ‘Bakteriyel topluluklar ve malign dokularda ilaç direnci ve evrim arasındaki analogi’, 1. Evrimsel Biyoloji Öğrenci Kongresi, Hacettepe Üniversitesi (Mayıs, 2011)

Katıldığı paneller (panelist olarak): -

VIII- Diğer Bilgiler

Eğitim programı haricinde aldığı kurslar ve Katıldığı eğitim seminerleri:

- SPM ile Temel ve İleri İşlevsel fMRI Analizi Sertifikası, Ankara Üniversitesi, Beyin Araştırmaları Uygulama ve Araştırma Merkezi (Temmuz, 2014)

Organizasyonunda katkıda bulunduğu bilimsel toplantılar:

- Evrimsel Biyoloji Öğrenci Kongresi, Hacettepe Üniversitesi, Biyoloji Topluluğu (2011)

Diğer üyelikleri:

- ODTÜ Eşli Danslar Topluluğu

