

## AKALKULİ VE KLİNİK DEĞERLENDİRİLMESİ Acalculia and clinical assesment

Yahya Karaman<sup>1</sup>

**Özet:** Akalkuli terimi beyin hasarı sonucu matematik yeteneklerinin azalmasını ifade eder. Primer ve sekonder olmak üzere iki tip akalkuli vardır. Anaritmetia primer akalkuliyi teşkil eder. Sol angular girus hasarında gözlenir. Sekonder tip, kognitif defisitlerle birlikte olan hesaplama bozukluğuna işaret eder. Nonspesifik lokalizasyonlara sahiptir. Diskalkuli tanısı için geniş anlamda kabul edilmiş kriterler yoktur. Çünkü akalkulinin değerlendirilmesi için uygulanacak testlerde hastanın okuması, anlaması, yazması ve saymasını bilmesi gerekmektedir. Literatürde akalkuliler gözden geçirildi ve akalkuliden şüphe edilen hastalara uygulanabilecek en uygun testler incelenerek, bu testler hastalarımıza uygulanabilecek şekilde adapte edildi.

**Anahtar Kelimeler :** Akalkuli

**Summary:** The term acalculia refers to the impairment in mathematical abilities in cases of brain damage. There are two different types of acalculia: Primary and secondary. Anaritmetia represents the real primary acalculia. It is observed in left angular gyrus damage. Secondary acalculia refers to a calculation defect resulting from an associated cognitive deficit. It has nonspecific localizations. There are no widely accepted criteria for the diagnosis of dyscalculia, since the assesment of acalculia is provided by the tests which require the patients to read, comprehend, and write numbers. We reviewed acalculia in the literature and investigated the most appropriate test to apply to the patients suspected of having acalculia. This test was adapted to be carried out in our patients.

**Key Words:** Acalculia

Beyinde hesaplama ile ilgili organizasyon hakkındaki bilgiler son yıllarda önemli bir artış göstermiştir. 1919-20'li yıllardan beri akalkuli rakamları tanıma yeteneğinin ve aritmetik hesaplama yeteneklerinin kaybı olarak bilinmektedir(1,2). 1925'de akalkulinin beyin hasarı sonucu oluşan matematik yeteneklerin kaybı olarak tanımlanmasından birkaç yıl sonra da tipleri belirlenmiştir(3). Gerstmann 1940'da akalkuli, agrafi, sağ-sol dezoryantasyonu ve parmak agnozisi ile oluşan bir sendrom öne sürmüştür(2,4). Jackson ve Warrington'a(5) göre serebral lezyonlu hastaların

%5 ile 20'si arasında değişen oranlarla hesaplama fonksiyonunda kayıp veya azalma olmaktadır.

Akalkulilerin sınıflaması temelde ve teorik olarak primer ve sekonder akalkuli olarak yapılmaktadır. Primer akalkuli: Diğer serebral fonksiyonlarda ve kognitif fonksiyonlarda çok belirgin bir bozukluk olmadan hesaplamanın bozulmasıdır, sekonder tipi ise afazi, apraksi, agrafi ve aleksi ile agnozi gibi bazı kognitif fonksiyonlardaki bozukluklarla veya dikkat ve hafıza bozuklukları ile demanslarla birlikte olan tipidir(1,2,6,7). Primer akalkuliyeye anaritmetika da denir. Genelde parmak agnozisi, sağ-sol dezoryantasyonu ve uzaysal kavramları kullanmada güçlüklerle ilgili olduğu belirtilmektedir(8).

Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi 38039 KAYSERİ  
Nöroloji Doç.Dr.<sup>1</sup>

Geliş tarihi: 21 Şubat 1997

Hesaplama yeteneğinin diğer kognitif fonksiyonlardan daha sonra geliştiği ifade edilir(2). Kognisyonda rakamsal bilginin değişik seviyeleri bulunmaktadır.Global olarak niceleme ve sayı algılaması ile değişik sayıda obje içeren toplulukların ayırılabilmesi kastedilmektedir. Bununla birlikte global niceleme tam anlamıyla sayısal bir durum değildir.Çünkü bire bir eşleme içermez.Sayma rakamsal bilginin en temel unsurudur.Eşleme oluşturulması objelerin sayılarına tekabül edecek şekilde listelendirilmesi ve grup objeleri bu şekilde karşılaştırmayı kapsar.Yani bire bir eşlemeyi ifade eder. Sayma, listelendirmenin daha anlamlı formunu oluşturur.Grup içinde her obje bir numara ile karşılaştırılır, topluluktaki en son numara esas değeri belli eder.Aritmetik yetenek sayıların değişimini öngören geliştirilmiş numerik bir sistemdir(9,10).

Çocuklar genelde 3-6 aya kadar bazı küçük nicelikleri kavrayabilirler fakat eşleme oluşturma yeteneği ikinci yılda ortaya çıkar.İkinci yılda yine bazı rakamların adlarını kullanmaya başlar ve 3 yaşa doğru sayma işlemini uygun bir şekilde gerçekleştirir.Böylece saymada iki temel prensibi öğrenir.Bunlar bire bir prensibi ile sıra prensibidir(gruptaki her obje sadece bir sayı ve sayı ismi ile birleştirilir , daha sonra da her rakam isminin listedeki bir sıra dahilinde olduğu anlaşılır).Fakat objeleri sayarken kullanılan en son rakam ismi işlemin sonucunu verir.Bu esas prensip 3 yaşın sonundaki çocuklarda görülür.Hesap stratejileri(ekleme veya çıkartma) 3-5 yaşlarında bulunur.Önceleri sadece düşük değerler için bu prensipler kullanılır.Çocuklarda ilkökul '1-2'nci sınıflarda toplama çıkarma işlemleri daha önce oluşur ve iki yıl içinde veya sonunda çarpma ve bölme işlemleri gerçekleştirilir.Çocuklarda olduğu gibi tarihsel olarak insanlarda kalkülasyon yeteneği sayma olayından gelişmiştir.Parmaklarla eşleme olayı ile başlamaktadır.Bunun eski çağlarda ve değişik kültürlerde rastlandığı ifade edilmektedir.Aritmetik yetenekler ve sayı ile temsil olayının 5-6 bin yıllık bir tarihe sahip olduğu belirtilir. Eşleme, fazla-az kavramı, basit

sayma,parmak bilgisi ve sayma olayı belirli bir sıra içinde gelişmektedir(9,11,12).

Her iki tipte de lezyon yeri genelde dominant hemisfer parietal korteks alanlarıdır(13).Sekonder tiplerinin nondominant hemisfer bölgelerindeki lezyonlarda da görülmesi mümkündür(14,15). Akalküli de diğer kognitif fonksiyon bozuklukları gibi genelde dominant hemisfer hasarında siktir ve afazilerle beraberdir. Bunun yanında spasyal bozukluklarla, praksi bozukluklarında da rastlanır(2,4,16,17). Sol (dominant) parietal korteks lezyonlarında (daha çok angular girus) izole akalküli olabilir. Bilateral parietal korteks lezyonları afazi yokluğunda agrafi ve aleksilerle beraber görülür. Dominant hemisfer parietal,temporookspital lezyonlar akalküli yapmaktadır(9,13,18). Geniş lezyonların spasyal defekt, agrafi, aleksi ve agnozilerle birlikte hesaplama yeteneğinde bozulma yaptığı, aritmetikanın çoğunlukla angular ve supramarginal girus hasarında olduğu görülmüştür (1,2,5,19). Kompleks gramatikal ve numerikal özelliklerde önemli ölçüde kayıpla birlikte dir. Frontal lob hasarında rakamların kelimesel yazılışında ve hatırlanmasında bozukluğun rakam ve sembolik anlamadan daha belirgin olduğu görülür.Anlama ve değerlendirme daha iyi olduğu halde, problem çözme yeteneği kaybolur.Bu durumda anterior(frontal) bölge ile posterior (temporal ve parietal) bölge lezyonlarında ayrı tiplerde akalküli ile karşılaşılabilir(11,20). Posterior bölge hasarı linguistik fonksiyonların kombineliğinden çok spasyal ilişkiler veya rakamlara oryantasyon kaybıyla beraber olur. Posterior bölgede nondominant hemisfer hasarı da akalküli yapabilir.Bu durumda diğer kommunikan bozuklukların bulunması söz konusudur(21).Sağ-sol spasyal dezoryantasyon, parmak agnozisi(kendi parmağını bilememe ve isimlendirememe) ile birlikte görülen Gerstman sendromunda lezyon dominant hemisfer parietookspital bölgelerdedir. Parmak agnozisiyle beraber akalkülinin nondominant hemisfer lezyonlarında da görüldüğü rapor edilmiştir. Bu tiplerde basit aritmetik işlemleri yapma, sayı sayma ve numaraları sıralandırma

bozukluğu sık olarak görülür(2,22). Yine sağ hemisfer hasarında sağ-sol dezoryantasyonu ile beraber olduğu gibi konstrüksiyonel bozukluklarla da birliktedir. Vizüospasyal bozuklukla olması çoğunlukla sağ hemisfer hasarını düşündürmelidir (7,14,23). Eğer tabloda agrafi ve aleksi de varsa konstrüksiyonel bozukluk hakimdir. Tipik spasyal diskalkuli her zaman konstrüksiyonel defektlerle beraberdir (2,24,25). Lezyon lokalizasyonundan çok birlikte olduğu diğer kognitif elemanlarla oluşuna göre akalkuliler: İzole, afazik, apraktik, agrafik, aleksik, agnozik ve spasyal tipler olarak sınıflandırılmıştır(4,20). Geniş anlamda akalkulilerin sınıflandırılması(6):

1. Anaritmetia
2. Afazik akalkuli
  - Broca afazide
  - Wernicke afazide
  - Konduksiyon afazide
3. Aleksik akalkuli
  - Pür alekside
  - Agrafililekside
4. Agrafililerle
5. Frontal lezyonlarda izole
6. Spasyal, konstrüksiyonel
7. Demanslarla
8. Atipik

Rakamların okunması ve yazılmasında hata olması aleksi ve agrafiye bağlı olabildiği gibi (aleksik ve agrafik akalkuli) okunan rakamların aritmetik işlemlerindeki hata sekonder bir diskalkulinin varlığını da gösterebilir. Akalkuli olan hastalarda %60 oranında afazi, %50 yapısal bozukluklar, %50-55 görme alanı bozuklukları, %40-50 yaygın kognitif bozukluklar, verbal aleksi bulunmuştur(2,4,6,26). Hesaplama yeteneğinin beynin değişik kısımlarındaki lezyonlardan etkilenebileceği ve değişik durumlara da bağlı olabileceği belirtilmektedir. Asosiyel hafıza, dikkat, dil gibi kognitif fonksiyonlardaki bozukluğa bağlı hesaplama yeteneğinin kaybı ve azalması, sayı adlarının anlamını kavramada, sayıların uzaysal düzeni ve matematik işlemlerinin mekanik yönleriyle ilgili vizüel-uzaysal defektler(spasyal

bozukluk), matematik gerçekleri hatırlama ve kullanmada bozukluk, matematiksel düşünme ve işlemlerin dayandığı anlayışı kavramada ve nitelikleri kavrama ile işlemleri düz-ters çevirmede(dört işlem) bozuklukların hepsi de akalkulide görülmektedir(17,27,28). Sayıları işlemde sayıları kavramak ve yenilerini oluşturmak söz konusudur. Diskalkulide sayılar tanınabilir ancak işlemler arasındaki kopukluktan dolayı toplama, çıkarma, çarpma bölme gibi işlemler yapılamaz (2,6,29). Kalkulasyondaki hatalar normal veya beyin lezyonlu kişilerde yanlış gerçekleri kullanması, aritmetik kuralların yanlış uygulanması ve işlemsel prosedürün yanlış işlenmesinden kaynaklanmaktadır. Primer akalkuli (Anaritmetia) parietal lob, anguler girus lezyonlarında, sekonder akalkuli posterior inferior parietal ile komşu bölge lezyonlarında görülen tipleridir. Sekonder tip sözlü ve yazılı linguistik, uzaysal ve görmeyle ilgili bozukluklardan, perseverasyon, hafıza, dikkatle ilgili bozukluklardan kaynaklanabilir(30,31). Anaritmetia gerçek ve primer akalkulidir. Hastalarda numerik kavram yokluğu, az ve çok kavramları anlamada yeteneksizlik, temel aritmetik işlemleri gerçekleştirmede bozukluk, hesaplama temel kuralları uygulayamama (örneğin eldeyi taşıma) ve sıklıkla aritmetik işaretleri karıştırma ve okuyamama gibi güçlükler belirginlik kazanır. Sekonder akalkulide ; Temel aritmetik işlemlerin sembolik olarak tanınması mümkün olabilir ve sıklıkla aritmetik işaretler okunabilir. Rakamlar arası büyük küçük ilişkileri sağlamdır. Sıklıkla afazi, görme alanı bozuklukları ve okulomotor yada yapısal bozukluklarla birliktedir(7,19,32).

Afazilerde akalkulinin özellikleri araştırıldığında Broca afazili hastalarda hafif kalkulasyon bozukluğu gözlenmiş(Wernicke'ye göre) ve lisan işlevlerindeki değişikliklerden kaynaklandığı, Wernicke afazilerinde ise vizüel -uzaysal işlemlerdeki bozukluklardan kaynaklandığı belirtilmektedir (2,33,34). Numerik, sembolik ve vizüospasyal yetenekler hemen hemen her iki tip

afazide de bozulmaktadır. Semantik afazi ile akalküli arasında güçlü bir ilişki olduğu gibi uzaysal dezoryantasyon ve konstrüksiyonel yetenek ile agrafi arasında da önemli ilişkilerden bahsedilmektedir(35,36).

Sol parietal lob lezyonlarındaki akalkülide global olarak niceleme ve eşleme oluşturulması yeteneğinin sağlam olabileceği, sayının kullanıldığı temel prensiplerde önemli bozukluk olacağı, afaziyle birlikte görülenlerde sayı sayma yeteneğinin fazla etkilenmediği ama aritmetik işlemlerde kullanılan strateji ve matematik problemi çözme kapasitesi önemli ölçüde bozulur(37,38). Takayama (39); Sol parietal korteks lezyonuna bağlı agrafil ve agrafisiz akalküli bulunan hastaları karşılaştırdığında izole akalkülilerde tek haneli aritmetik işlemlerde bozukluk olmadığını ( $2 \times 2 = 4$ ), rakamları düzenlemenin normal olduğunu, oral ve tablo işlemlerinde çok haneli aritmetik işlemlerde hata olduğunu, oral aritmetik hesaplamada ( $15 + 7 =$ ) rakam taşıma ve eldelerde hatalar olduğunu bunun çok haneli hesaplarda oral ve yazılı hatta tablo işlemlerinde bariz hatalar olduğunu ( $38 + 14 =$ ), oral kalkülasyonun her zaman yazılı olandan daha zor olduğunu (bu hasta ve kontrollerde paralel), leksikal ve sementik hatalardan daha çok sintaktik hatalar olduğunu belirtmiştir.

Afazik komponenti olmayan hastalarda rakamların verbal olarak okunması, tekrarı ve yazılması normaldir, basit aritmetik işlemlerde hata yoktur. Ayrıca hesaplamaların temel prensipleri, rakamları sıralama ve hizaya koyma iyidir, seçme ve ayırmada hata yoktur. Elde taşıma ve geri almada bariz hata vardır. Anlık hafıza (immediate) bozukluğu yoktur. Hafıza depolarıyla ilgili hasar olabilir. Parietal korteksin hesaplama fonksiyonları için hafıza depolarına sahip olduğu belirtilmektedir(2,7,40,41).

Hesaplama yeteneğinde kültürel ve eğitimsel faktörler önemlidir ve değerlendirmede dikkate alınması gerekir. Kullanılan testlerin buna göre ayarlanması ve standardize edilmesi yanında hesaplama bozukluğunun bütün komponentlerini kapsaması, diskalkülilerin tipini belirlemede yardımcı olabilmesi yönünden mevcut testlerin geliştirilmesi gerekmektedir.

## Hesaplama fonksiyonlarının ölçümü ve akalküli testleri

### A. Aritmetik yetenek ve numaraların test edilmesi

1. Numaraları-rakamları anlama
2. Sayma yeteneği
3. Numaraları sıralama yeteneği
4. Aritmetik işlemlerin anlaşılması
5. İşlemlerin sözel yapılması
6. Problemler için anlık hafıza

### B. Aritmetik problemlerin çözümü. Performans testi.

1. Oral hesaplama
2. Yazılı hesaplama

## Fonksiyonlar Total puan

### Aritmetik yetenek ve numaraların test edilmesi

1. Numaraları anlama
    - Rakamları sesli okuma 20
    - Rakamların değerlendirilmesi, tanınması 20
    - Yazılan numarayı işaretleme 15
    - Dikte ederek rakamları yazma 15
    - Kopya ederek rakamları yazma 15
    - Rakamların dekompozisyonu (ayırma işlemini yapma)\* 10
  2. Sayma yeteneği
    - Sesli sayma (1-20, 20-1) 10
    - Aritmetik noktalama işaretlerini bilme 10
  3. Numaraları sıralama yeteneği 10
  4. Aritmetik işlemlerin anlaşılması
    - Rakamları okuma yeteneği 10
    - İsimlendirme yeteneği 10
    - Yazma yeteneği 10
    - İşareti yerinde anlama yeteneği 10
  5. Numaraların düzeltilmesi ve tablo değeri 50
    - Sayıyla kağıda yazılarak işlem yaptırılır. Sayı değeri ve tablo değeri karşılaştırılır
  6. Problemler için anlık hafıza, rakamlar hakkında genel bilgi ve kognitif değerlendirme 60
- ### Aritmetik problemlerin çözümü. Performans testleri
1. Oral hesaplama
    - Toplama 15
    - Çıkarma 15
    - Çarpma 15
    - Bölme 15

2. Yazılı hesaplama	
Toplama	15
Çıkarma	15
Çarpma	15
Bölme	15

\*Örneğin 2364 sayısında kaç binlik, kaç yüzlük, kaç onluk vardır

Günümüzde beyin fonksiyonlarıyla ilgili kognitif araştırmalarda en fazla kullanılan testlerde akalkuli ile ilgili önemli komponentler ile Türkçeye adapte edilmiş şekli ve test açıklama (6, 39, 42-44).

- Leksikal ve grafik özelliklerin değerlendirilmesi
  - Harf okuma-yazma-kopya etme
  - Kelime okuma-yazma-kopya etme
  - Bir harfi işaret etme,gösterme(sözel olarak harfler arasından seçme)
  - Bir kelimeyi işaret etme,gösterme(sözel veya yazılı olarak o kelime veya kelimeleri bulma)
  - Sembollerin tanınması(yazılı metinden tanıma ve isimlendirme)
- Aritmetik işaretlerin ve sembollerin işaretlenmesi-yazılması
- Rakamların sayılması(1-10)-yazılması-okunması-kopya edilmesi
 

10 tane(0-9)	3
10 tane(10-99)	25
10 tane üçlü	142
10 tane dördü	1245
- Günlük yaşamla ilgili numaraların bilinmesi(söyleme-yazma-okuma)
 

Günün tarihi, ev tel no, ev kapı no,yaşları bilme,parayı tanıma, fiyatları bilme vs.
- Rakamların tanınması
  - Karışık rakamlar içinde istenen rakamın gösterilmesi
  - Şayıların rakamla ve yazı ile yazılması-karşılaştırılması, bir cümle veya parça içinde, metinde yazılı olan rakamların belirtilmesi ve seçilmesi
- Sayma işleminin aşağı ve yukarı

yapılması(hedeften geriye ve ileriye doğru sayma)  
7. Rakamların düzenlenmesini bilme ve değerlendirme( bir hedef rakam belirtilerek yanında hangi rakamın olabileceğinin belirlenmesi- önce ve sonra) , rakamların karşılaştırılarak büyük ve küçük rakamlar arasındaki farkın bilinmesi

8. Rakamlar hakkında genel bilgi ve değerlendirilmesi

a. Genel bilgi

10 adet (Bir düzine kaçtır?,hafta kaç gündür,bir kg kaç gr? Bir km kaç m 'dir?, suyun donma ve kaynama derecesi kaçtır? vs.)

b. Kişisel bilgi ile ilgili rakamlar

10 adet (yaşı, ayakkabı numarası,boyu,kilosu,aile yakınlarının yaşları vs)

c. Non personel rakamsal değerlendirme

10 adet (yeni yıl ne zaman,bayramlar ne zaman, Kayseri- Ankara kaç km, kaç saat vs)

d. Kognitif numara tahminleri

10 adet (yaz günü en sıcak olduğu zaman tahmini derece nedir, kışın en soğukta tahmini derece kaçtır? Bir karış ve bir adım tahminen kaç santimdir? Bir kamyon ne kadar yük taşır? vs)

9. Hesaplama yeteneği

a. Basit matematik işlemlerin yapılması

Beşer tane toplama,çarpma,çıkarma,bölme

b. Hızlı matematiksel karar

Beşer tane toplama, çıkarma, çarpma, bölme zihinsel problemin sorulması

Hesaplama yeteneği kognitif fonksiyonlardan biridir ve lisan fonksiyonlarının test edilmesinde genel olarak pek üzerinde durulmadan kabaca değerlendirilmektedir. Akalkuli testlerini yapmadan önce afazi muayenesi yapmak gerekmektedir.Akalkuli testleri: Okuma ve okuyarak aritmetik yeteneğin tesbiti, yazma ve yazılı olarak değerlendirme, diğer kognitif fonksiyonlarla birlikte değerlendirme ve genel rakamsal bilginin test edilmesi ile performans testleri bölümlerinden teşekkül etmektedir.Total afazi ve sensoriyal afazide akalkuliyi değerlendirmek pek mümkün değildir,motor afazide sözel veya okuyarak değerlendirme zorluğu vardır. Test standartları okuma-yazma bilmeyenler

için uygun değildir. Ancak bir kısım akalküli testleri (sayma, sıralama, hafıza ve sözel hesaplama, rakamlar hakkında genel bilgi) okuma-yazma bilmeyenler için ayrıca değerlendirme imkanı sağlar. Bu testlerin de standardize edilmesinde yarar vardır.

Testlerde belirtilen toplam puanların normal kişilerde eğitim ve kültür seviyelerine göre tam olması beklenemez. Hasta gruplarını değerlendirirken mutlaka yaş, cins, ve sosyokültürel faktörler gözönüne alınıp sağlam kontrollerle karşılaştırılmalı olarak yapılması gerekir. Birinci bölüm testlerde başarısızlık, genelde performans testleri olan ikinci bölümde de daha fazla başarısızlıkla sonuçlanır. Yine de hepsinin ayrı ayrı değerlendirilmesi gerekir. Aritmetik yetenek ve numaraların test edilmesi daha önce yapılır, bozukluk varsa ikinci grup testlere de devam edilir.

Sadece akalküli testlerinin sonuçlarına göre hesaplama yeteneğinin bozukluğu konusunda önyargılı olmamalıdır. Bu testler yalnız başına akalküli tipini belirtmez. İzole akalkülilerde konuşma, yazma, okuma başta olmak üzere diğer kognitif fonksiyonların hiçbirinde de bozukluk olmamalıdır.

## KAYNAKLAR

1. Boller F, Grafman J. *Acalculias*. In: Frederiks JAM (ed), *Handbook of Clinical Neurology: Clinical Neuropsychology*. Elsevier. Amsterdam. Vol. 45, 1985, pp 473-482.
2. Levin H, Spiers PA. *Acalculia*. In: Heilman KM, Valenstein E (eds). *Clinical Neuropsychology*. Oxford University Press. New York 1985, pp 377-402.
3. Ferro JM, Silveria BMA. *Alexia for arithmetical signs analysis. A cause of disturbed calculation*. *Cortex* 1980;16:175-180.
4. Goodglas H, Kaplan H: *The assesment of aphasia and related disorders*. Lee and Febiger, Philadelphia 1972, pp 1-80.
5. Jackson M, Warrington EK. *Arithmetic skills in patients with unilateral cerebral lesions*. *Cortex* 1986; 22:611-622.
6. Ardila A, Roselli M. *Acalculias*. *Behavioural Neurology* 1990;3:39-48.
7. McCloskey M. *Cognitive mechanism in numerical processing. Evidence from acquired dyscalculia*. *Cognition* 1992;44:107-157.
8. Roselli M, Ardila A. *Calculation deficits in patients with right and left hemisphere damage*. *Neuropsychologia* 1989;27:607-618.
9. Ardila A: *On the origins of calculation abilities*. *Behavioural Neurology* 1994;6:89-97.
10. Ashcraft MH. *Cognitive arithmetic: a review of data theory*. *Cognition* 1992;44:75-106.
11. Hitmair-Delazer K, Semenza C, Denes G. *Concepts and facts in calculation*. *Brain* 1994; 117: 715-728.
12. McCloskey M, Caramazza A, Basili A. *Cognitive processes in number processing and calculation: Evidence from dyscalculia*. *Brain Cogn* 1985;4:313-319.
13. Courtois G, Lecours AL, Lhermitte F. *Cerebral dominance and language*. In: Lhermitte F (ed). *Aphasiology*. Ballieri -Tindal, London. 1983, pp 269-283.
14. Karaman Y, Talasluoğlu A, Ersoy A, Mirza M, Tin Z : *Serebral lezyonlarda agrafi - aleksi özellikleri ve ilişkileri*. *Erciyes Tıp Dergisi* 1993;15:371-377.
15. Kertesz A. *Language cortex*. *Aphasiology* 1991;5:207-234.
16. Subirana A, Handedness and cerebral dominance. In: Vinken PJ, Bruyn GW (eds). *Handbook of Clinical Neurology*. North Holland Publishing Co, Amsterdam 1975, pp 249-269.
17. Karaman Y, Doğan H, Soyuer A : *Serebral lezyonlarda vizüospasyal ihmal fenomenleri*. *Erciyes Tıp Dergisi* 1992;14:301-314.
19. Cipolotti L, Butterworth, Denes G. *A specific deficit for numbers in a case of dense acalculia*. *Brain* 1991;114:2619-2639.
20. Deloche G, Seron X. *Some linguistic*

- components of acalculia. *Advances in Neurology* 1984;42:215-222.
21. Aliminosa D, McCloskey M, Goodman-Schulman R, Sokol SM. Remediation of acquired dysgraphia as a technique for testing interpresentation of deficits. *Aphasiology* 1993;7:55-69.
  21. Margolin DI: Cognitive neuropsychology. *Arch Neurol* 1991; 48:751-765.
  22. Rapcsak SZ, Watson RT, Heilman KM : Hemispace visual field interaction in visual extinction. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1987;50:1117-1124.
  23. Karaman Y. Agraflî. *Erciyes Tıp Dergisi* 1993; 15:303-306.
  24. Kirk A, Blonder LX, Wertman E, Heilman KM. Phonolexical agraphia. Superimposition of acquired lexical agraphia on developmental phonological dysgraphia. *Brain* 1991; 114: 1977-1996
  25. Alexander MP, Fischer RS, Friedman R. Lesion localization in apractic agraphia. *Arch Neurol* 1992;49:246-251.
  26. Grafman J, Passafiume D, Faglioni P, Boller F. Calculation disturbances in adults with focal hemispheric damage. *Cortex* 1982;18:37-49.
  27. De Renzi E, Lucchelli F: Ideational apraxia. *Brain* 1988;111: 1173-1185.
  28. Dahmen W, Hartje W, Bussing A, Strum W. Disorders of calculation in aphasic patients-spatial and verbal components. *Neuropsychologia* 1982;20:145-153.
  29. Kertesz A. *The Western Aphasia Battery*. New York. Grune-Stratton 1982, pp 1-28.
  30. Benson DF: *Aphasia, Alexia and Agraphia*. Churchill Livingstone. New York 1989, pp 65-71.
  31. Karaman Y, Soyuer A : Afazi ve apraksi arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesi. *Nörolojik Bilimler Dergisi* 1993;10:37-45.
  32. Weeks BS. A cognitive-neuropsychological analysis of allograft errors from a patient with acquired dysgraphia. *Aphasiology* 1994;8:409-425.
  33. Kirk A, Kertesz A. Hemispheric contributions to drawing. *Neuropsychologia* 1989;27: 881-886.
  34. Naeser MA, Hayward RW: Lesion localization in aphasia with cranial computed tomography and Boston Diagnostic Aphasia Examination. *Neurology* 1978;28:545-551.
  35. Alexander MP, Baker E, Naeser MA et al: Neuropsychological and neuroanatomical dimensions of ideomotor apraxia. *Brain* 1992;115:87-107.
  36. Bozbey F, Karaman Y: Hemisferik dominans fonksiyonlarının karşılaştırmalı analizi. *Nörolojik Bilimler Dergisi* 1995;12:297-309.
  37. Parr S. Coping with aphasia: conversations with 20 aphasic people. *Aphasiology* 1994;8:457-466.
  38. Kirk A, Kertesz A. Cortical and subcortical aphasias compared. *Aphasiology* 1994;8:65-82.
  39. Takayama Y, Sugishita M, Akiguchi I, Kimura J. Isolated acalculia due to left parietal lesion. *Arch Neurol* 1994;51:286-291.
  40. Demeruisse G, Capon A: Pathogenesis of aphasia in deep seated lesions. *Eur Neurol* 1990; 30:67-74.
  41. Crosson B. Subcortical function in language: a working model. *Brain Lang* 1985;25:257-292.
  42. Kashiwagi T, Kashiwagi A, Kunimori Y, Yamadori A, Tanabe H, Okuda J. Preserved capacity to copy drawings in severe aphasics with little premorbid experience. *Aphasiology* 1994;8: 427-442.
  43. Kaplan E, Goodglas H, Weintraub S: *The Boston Naming Test*. Philadelphia : PA Lea and Febiger. 1983, pp41-50.
  44. Chapey R, Duffy JR: The assesment of language disorders in adults. In: Chapey R(ed). *Language Intervention Strategies in Adult Aphasia*. Williams-wilkins, Baltimore 1981, pp 31-69.