

# Çocuklarda Çalışma Belleği, Akademik Öğrenme ve Öğrenme Yetersizlikleri

Murat Doğan  
Anadolu Üniversitesi

## Özet

Çalışma belleği, bilginin işlenmesini ve geçici olarak depolanmasını sağlayan ve bilgi işleme akışının merkezinde yer alan bir bilişsel süreçtir. Son yıllardaki gelişmelere paralel olarak ele alınan bu derlemenin amacı, çalışma belleğinin çocuklardaki akademik öğrenme ve öğrenme yetersizlikleri ile ilişkisini gözden geçirmektir. Çalışma belleğinin akademik öğrenme ile etkileşim düzeyi çocuğun yaşına göre farklılaşmaktadır. Alanyazındaki genel eğilim, ÇB'nin temel akademik öğrenme alanlarından dil, okuma, yazma ve matematik becerileri ile bunların yetersizlik boyutu olan özgül dil bozukluğu, okuma güçlüğü, yazılı anlatım güçlüğü ve matematik öğrenme güçlüğü'nün önemli bir yordayıcısı olduğu yönündedir. Bu gerçeği arkasına alan yazıda ayrıca, çalışma belleği sınırlılığı olan çocukların değerlendirilmesine ve eğitim ortamlarındaki uygulamalara yönelik önerilerde bulunulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Çalışma belleği, çocuklar, çok-bileşenli çalışma belleği modeli, öğrenme, akademik öğrenme, öğrenme yetersizlikleri, öğrenme güçlükleri

## Abstract

As a central element of information flow, working memory was considered as the cognitive ability of an individual to store and process information over limited periods of time. The purpose of this review is to establish the links between working memory and academic learning both in children with typical development and with learning disabilities. The level of the interaction between working memory and academic learning is sensitive to chronological age of the children. The literature tended to indicate that working memory is a strong predictor of basic academic skills such as language, reading and writing skills, and mathematics as well as learning disabilities including specific language impairment and difficulties in reading, writing, and mathematics. In the light of the previous studies, following brief information on clinical and educational assessment of working memory, some suggestions were made for improving the learning outcomes of children with poor working memory.

**Key words:** Working memory, children, multi-component model of working memory, learning, academic learning, learning disabilities, learning difficulties

Bu yazı üç aşamayı içermektedir: (1) Çalışma belleği (ÇB) kavramının ve çocuklardaki gelişiminin açıklanması, (2) ÇB'nin akademik öğrenmedeki rolünün öğrenme yetersizliklerini de kapsayacak biçimde ele alınması, (3) ÇB'nin eğitimsel ve klinik değerlendirmedeki önemi ile ÇB sorunları için eğitim ortamlarında yapılabileceklerin özetlenmesi.

### ÇB Kavramı ve Çocuklarda ÇB'nin Gelişimi

#### ÇB Nedir?

Bilişsel psikolojinin son 35 yılına damga vurmuş (Dehn, 2008) ve alanda oldukça iyi bilinen bir bilişsel süreç olarak ÇB'nin tüm yönlerini içeren bir tanımını yapmak güçtür (Baddeley, 2007). Temel bir bilişsel süreç olarak ÇB'nin ne olduğunu anlamının iyi yollarından biri öyküsünü kısaca gözden geçirmektir. 1890'da William James, birincil bellek ve ikincil bellek ayrımını yapmıştır. 1949'da Donald Hebb, beynin geçici elektriksel aktivitesine dayalı bir kısa süreli bellek (KSB) ile nörokimyasal süreçlere dayalı bir uzun süreli bellek (USB) tanımlamıştır. 1968'de ise Atkinson ve Shiffrin, geçerliğini günümüzde de koruyan duyuşsal kayıt, KSB ve USB sistemlerini açıklamışlardır (Baddeley, 2007). Bellek süreçlerinin ortasında yer alan KSB ile ilgili keşiflerin de aynı dönemlere rastladığı söylenebilir. 1956'da George Miller'in bilişsel devrimin öncülerinden sayılan klasik makalesinde, geçici belleğin kapasitesinin  $7 \pm 2$  birim ile sınırlı olduğunu bildirmesi, kapasitenin sınırlı olduğu görüşünün 1958'de J. Brown'un, 1959'da Llyod Peterson ve Magaret Peterson'un çalışmalarınca da desteklenmesi KSB ile ilgili dönüm noktaları olarak kendini göstermektedir (Solso, Maclin ve Maclin, 2007). Yıllarca geçici bir depolama sistemi olarak düşünülen KSB'nin işlevsel yönlerine vurgu yapmak isteyen Alan Baddeley ve Graham Hitch 1974'te daha dinamik olduğu ileri sürülen çok-bileşenli ÇB modelini önermişlerdir (Baddeley, 1986). 1974'ten günümüze dek geliştirilen ÇB modeli sayısının 10'u aşması, ÇB kavramının ne denli benimsendiğinin önemli göstergelerinden biri olarak değerlendirilebilir. ÇB modelleri arasında bazı farklılıklar olmasına karşın, uzlaşma alanları farklılıklardan daha fazladır (Baddeley, 2007). Uzlaşma noktaları aynı zamanda ÇB'nin temel özellikleri olarak da düşünülebilen modellerin, ÇB'nin özelliklerine ilişkin ortak görüşleri şöyledir: (a) Yapısal olarak ÇB zihinde ya da beyindeki bağımsız bir bölüm değildir. (b) ÇB, üst düzey bilişsel süreçler ile ilişkilidir. (c) Yönetici kontrol ÇB işlevlerinin bütünleyicisidir. (d) ÇB sınırlı bir kapasiteye sahiptir. (e) Tek birimlik ve tümüyle göreve özgü (domain-specific) bir ÇB yoktur. (f) USB'deki bilgi ÇB performansında yaşamsal bir role sahiptir (Cowan, 1995; Kane ve Engle, 2000; Miyake ve Shah, 1999a). ÇB'nin tüm yönlerini içeren bir tanımını yapmak oldukça güç olmakla birlik-

te, Miyake ve Shah (1999b), modellerin varsayımlarını sentezleyerek ÇB'yi, "karmaşık bilişi destekleyen görev bağlantılı bilginin denetlenmesi, düzenlenmesi ve aktif olarak korunmasında yer alan düzenek ya da süreçler" (s. 450) olarak tanımlamışlardır.

Günümüzde bir model ya da kuramdan öte bir paradigma haline dönüşen bilgi işleme sürecine bakıldığında ÇB'nin, bu sürecin tam merkezinde yer aldığı görülmektedir (Andrade, 2001). Bilgi işlemenin bütünselik modeline (Karakas, 2008; Turgut, Erden ve Karakas, 2010) göre, bilgi işleme akışı dört aşamada ele alınabilir: (1) uyarıcının sıklık, şiddet, süre ve karmaşıklık gibi fiziksel özelliklerinin kodlanması, (2) girdinin duyuşsal kayıt sürecine alınması, (3) bilginin KSB ve ÇB sistemlerinde tutulması ve işlenmesi ve (4) bilginin USB'ye kaydedilmesi. Bilişsel açıdan öğrenme bilgilerin kalıcı hale gelmesi olarak düşünülürse, bu sürecin hemen öncesinde yer alan ÇB'nin önemi kendiliğinden ortaya çıkacaktır. ÇB'nin önemini Goldman-Rakic (1992) şöyle vurgulamıştır: "ÇB, belki de insan zihinsel evriminin en önemli başarısıdır." (s.111).

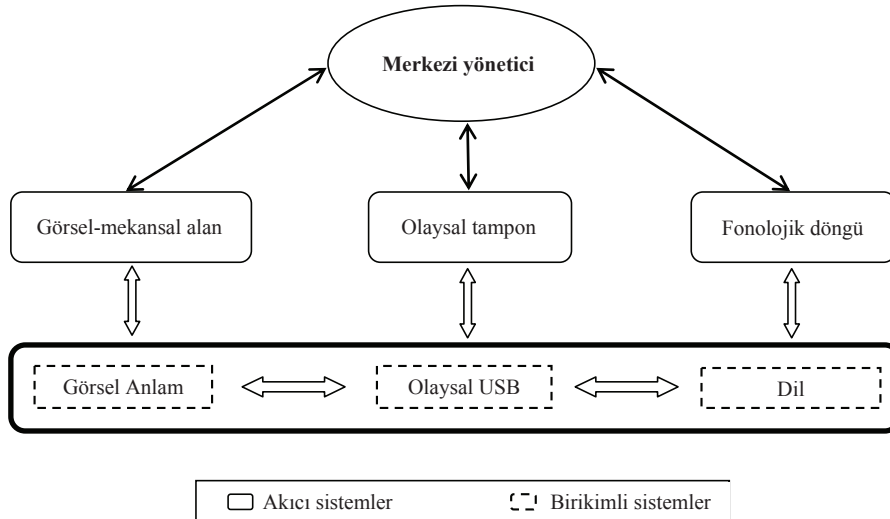
ÇB'nin diğer bilişsel süreçlerle ilişkisi önemli bir noktadır. Tüm bilişsel süreçler doğal olarak çeşitli derecelerde birbiriyle ilişkilidir. ÇB'nin en fazla ilişki gösterdiği bilişsel yapıların ise KSB, zeka, yönetici işlevler ve dikkat olduğu görülmektedir (Ackerman, Beier ve Boyle, 2005; Alp ve Özdemir, 2007; Unsworth ve Engle, 2007). Ne var ki, iki bilişsel süreç arasında ilişkinin yüksek olması o süreçlerin aynı yapılar olduğu anlamına gelmemektedir (Oberauer, Schulze, Wilhelm ve Süß, 2005). ÇB'nin KSB ve zeka ile ilişkisi konusundaki tartışmalar sürmektedir. Yukarıda ayrıntılarına değinilmese de ortak özellikleri verilen modellerin en fazla ilgi göreni ve en çok çalışılanı, Baddeley ve Hitch tarafından önerildikten sonra Baddeley (1986) tarafından geliştirilen çok-bileşenli ÇB modeli olmuştur (ayrıntılar için bkz. Baddeley, 2007). ÇB'nin çocuklardaki akademik öğrenme ve öğrenme yetersizlikleri ile ilişkisine odaklanan bu çalışmada verilerine başvurulana araştırmalara büyük oranda dayanak oluşturması nedeni ile modelle ilgili temel noktalara değinmek gerekir (bkz. Şekil 1).

Modele göre, kuramsal bir kavram olarak ÇB, "bilgiyi geçici olarak saklayan ve depolayan, USB ve eylem (davranış) arasında bir arayüz sağlayarak insan düşünce süreçlerini destekleyen sınırlı kapasiteye sahip bir bilişsel sistemdir." (Baddeley, 2003a, s. 829). Diğer bir anlatımla ÇB, bilişsel işlevleri gerçekleştirmek için gerekli bilgileri kısa süreliğine depolayan, bu bilgilere hızlı bir şekilde ulaşan, bilgiyi işleyen ve değişimleyen, gerektiğinde depolama ve işleme etkinliklerini kendi içinde değiş-tokuş eden bir bilişsel işlemcidir (Baddeley, 2002). Şekil 1'den de izlenebileceği üzere, Baddeley modeline göre ÇB, birbiriyle ilişkili dört bileşenden ya da alt sistemden oluşmaktadır: Merkezi yönetici, fo-

nolojik döngü, görsel-mekansal alan, olaysal tampon (episodic buffer). Modelin kalbi olarak nitelenen ve köle sistemleri destekleyen *merkezi yöneticinin* dört temel işlevi vardır: (1) dikkatin odaklanması, bölünmesi, başlatılması ve sonlandırılması, (2) alt sistemlerin birbirleriyle ve USB ile ilişkilerinin denetimi, (3) ÇB içindeki bilginin düzenlenmesi, (4) stratejilerin seçimi ve uygulanması (Baddeley, 2003a). Köle sistemlerden ilki olan *fonolojik döngü*, sözel bilginin ya da görsel formdan fonolojik forma dönüştürülmüş bilginin geçici olarak depolanması ve değişimlenmesi ile ilgilidir. Fonolojik depo ve iç tekrar (subvocal rehearsal) süreçlerini içerir. İkinci alt sistem olan *görsel-mekansal alan*, görsel bilginin geçici olarak tutulması ve depolanması işlevinden sorumlu olup görsel depo (visual cache) ve bir iç yazıcıdan (inner scribe) oluşmaktadır. ÇB'nin bu bileşeninde görsel ve mekansal bilgi ayrıştırılabilir konumdadır (Baddeley, 2003a; Er, 1997; Er,1999; Logie, 1995). Son yıllarda modele eklenen *olaysal tampon* (episodic buffer) bileşeni, alt sistemlerden gelen bilgi birimleri ile USB'deki bilgileri bütünleştirmekten sorumludur. Baddeley (2003a; 2007) bu bileşenin, merkezi yöneticinin depolama boyutu olabileceğini de ileri sürmüştür. Ancak olaysal tampon henüz diğer sistemler kadar çalışılmamış, ÇB-öğrenme ilişkisine yönelik araştırmalarda daha çok modelin üç bileşenli özgün biçimi tercih edilmiştir (örn., Alloway ve Alloway, 2010).

### Çocuklarda ÇB'nin Gelişimi

Baddeley ve Hitch çok-bileşenli ÇB modelini önerdikten sonra, Baddeley yetişkinlerle çalışmayı sürdürmüşken, kendi laboratuvarını kuran Hitch çocuklarla çalışmaya başlamıştır. Doğal olarak temel soru, "Yetişkinlerde geliştirilen ÇB modeli çocuklarda geçerli midir?" olmuştur. Tüm ÇB bileşenleri erken çocukluk çağından yetişkinliğe doğru bir gelişim gösterir, ancak bu gelişim yaşa ve bileşene göre farklılaşır (Baddeley ve Hitch, 2007; Öztürk, Elmastaş ve Tekok-Kılıç, 2009). Gathercole, Pickering, Ambridge ve Wearing (2004a) 4-15 yaş arasındaki çocukları çeşitli yaş gruplarına (4-5, 6-7, 8-9, 10-12, 13-15) ayırarak gerçekleştirdikleri çalışmada standart bir ÇB ölçme aracı olan Otomatik Çalışma Belleği Değerlendirmesi (Automated Working Memory Assessment [AWMA]) kullanmışlar ve tüm ÇB bileşenlerinin tüm yaş gruplarında kapasite artışını yansıtan biçimde farklılaştığını saptamışlardır. Çocuklarda ÇB kapasitesinin 4 yaşından itibaren güvenilir biçimde ölçülebildiği bildirilse de (Alloway ve Alloway, 2010), en çok çalışılan bileşen olan fonolojik döngüden gerçek anlamda bahsedebilmek için bu yapının en önemli göstergesi kabul edilen iç tekrar sürecinin başlamış olması gerekmektedir. Kendiliğinden iç tekrarın, normal gelişim gösteren çocuklarda 7 yaş civarında başladığı, dolayısıyla güvenilir ölçümlerin bu yaştan sonra yapılabileceği bildirilmektedir. Dinleme



Not. Birikimli sistemler, akıcı sistemlere göre bireyin deneyimlerine daha fazla dayanan süreçlerdir.

**Şekil 1.** Çok-Bileşenli ÇB Modeli-Yenilenmiş Biçimi (Baddeley, 2003a'dan uyarlanmıştır).

uzamı ya da sahte sözcük (nonword) tekrarlama görevleri kullanılarak fonolojik döngü belirlenebilse de 7 yaşından önce tam olarak ölçülebilen süreç fonolojik KSB'dir (Alloway, Gathercole ve Pickering, 2006; Towse, Hitch ve Hotton, 1998). Genel ÇB kapasitesine bağlı olarak fonolojik döngünün kullanılması da belli bir yaşa kadar artmaktadır (Towse ve ark., 1998).

Çalışmalar, çocuklarda görsel-mekansal bileşenin fonolojik döngüden daha erken geliştiğine işaret etmektedir. Okul öncesi çocukları, uyarıcı işitsel olarak sunulduğunda sözcük uzunluğu ve fonolojik benzerlik etkisine maruz kalmış; resim ya da resim adları görsel olarak sunulduğunda çocuklarda bu etkilere rastlanmamıştır. Ancak hedef resmin ardından bir başka resim geldiğinde ya da resimlerin adları birbirine benzediğinde hatırlama oranı düşmüştür (Baddeley ve Hitch, 2007). Bir tür görsel benzerlik etkisi olarak yorumlanan bu durumun çocuklarda görsel-mekansal bileşenin kullanımını desteklediği öne sürülmüştür (Hutton ve Towse, 2001). Görünen o ki, 7 yaş öncesi çocuklar görsel malzemeyi fonolojik forma dönüştürmek için iç tekrar stratejisinden çok görsel-mekansal süreçleri kullanmaktadırlar (Gathercole ve ark., 2004a).

Baddeley (2007) merkezi yöneticinin, modelin en önemli ancak en az anlaşılabilir bileşeni olduğunu bildirmiştir. Bu açıklama çocuklar için de geçerli görünmektedir. 4-11 yaş arasındaki çocuklarda ÇB gelişiminin Çocuklar için Çalışma Belleği Bataryası (Working Memory Test Battery for Children [WMTB-C]) kullanılarak incelendiği bir çalışmada (Alloway ve ark., 2006), küçük çocukların görsel-mekansal alanı fonolojik döngüden daha etkin kullandıkları ve bunun için merkezi yöneticiden yararlandıkları bildirilmiştir. Dolayısıyla merkezi yönetici en azından görsel-mekansal bileşenin gelişimi ile paralellik göstermelidir. 6 yaşındaki çocuklarda .73 olan merkezi yönetici-sözel KSB korelasyonu, 10-15 yaş aralığında .90'a çıkmaktadır. Bu da merkezi yöneticinin zaman içinde köle sistemleri daha etkin kontrol ettiğini düşündürmektedir (Gathercole ve ark., 2004a). Öte yandan, merkezi yöneticinin, doğal olarak bir bütün halinde ÇB'nin, gelişimini tamamlaması diğer beyin bölgelerine oranla daha geç gelişen prefrontal korteksin olgunlaşması ile olanaklıdır. Diğer bir deyişle, ÇB kapasitesi ergenliğe kadar genişlemeye devam edecektir (Gathercole ve Alloway, 2008).

Özetle, fonolojik döngü hariç ÇB kapasitesi 4 yaşından itibaren ölçülebilmekte ve 6-7 yaşlarında bileşenler birbirinden ayrıştırılabilmektedir. Diğer bileşenler görel olarak daha erken gelişmeye başlarken, gerçek anlamda fonolojik döngüden 7 yaş sonrasında söz edilebilmektedir. Genişlemeyi sürdüren çocuğun ÇB kapasitesi, yetişkin düzeyine 15 yaş dolayında erişmektedir. Prefrontal korteksin olgunlaşmasıyla, köle sistemler merkezi yönetici tarafından daha etkin kontrol edi-

lebilmektedir (Alloway ve ark., 2006; Gathercole ve Alloway, 2008; Gathercole ve ark., 2004a).

Gözden kaçırılmaması gereken bir nokta, ÇB gelişiminin bireysel farklılıklara fazlaca açık olduğudur. ÇB kapasitesinin ve bileşenlerinin kullanım ağırlığı birey içi ve bireyler arası özelliklere göre farklılaşabilmektedir (Just ve Carpenter, 1992; Kane, Conway, Hambrick ve Engle, 2008). Bireyin kalıtsal özellikleri, yaşı, zeka, KSB, USB ve dikkat gibi bilişsel özellikleri ile bu özelliklere bağlı olarak gelişen günlük yaşam ve akademik becerileri, ÇB gelişiminde farklılaşma yaratan bireysel faktörler olarak ele alınabilmektedir (Conway ve ark., 2008; Engel, Santos ve Gathercole, 2008). ÇB gelişimindeki farklılaşma, bireysel özelliklere olduğu kadar, bireyin üyesi olduğu grubun özelliklerine de bağlı olabilmektedir. Örneğin, yazının izleyen kısmında ayrıntıları ile ele alındığı üzere, normal gelişim gösteren çocuk grubunda olmak ile öğrenme yetersizliği gösteren grupta olmak ÇB gelişimindeki farklılaşmanın göstergelerinden biri haline gelebilmektedir (Jarrold ve Bayliss, 2008). Elbette, burada öğrenme yetersizliği ile ÇB gelişimi arasındaki ilişki nedensel olmaktan çok etkileşimseldir (Towse ve Hitch, 2008).

Bu noktada, çocuklarda ÇB kapasitesini etkileyen bazı etmenlerden söz etmek yerinde olacaktır. Bunlar kalıtsal etmenler -ÇB kapasitesinin büyük oranda kalıtsal olduğu düşünülmektedir- (Engel ve ark., 2008); yaş -yaş ilerledikçe kapasite genişlemektedir- (Gathercole ve ark., 2004a); diğer bilişsel süreçler -ÇB diğer bilişsel süreçlerdeki, özellikle de yönetici işlevlerdeki gelişimden etkilenmektedir- (Öztürk ve ark., 2009) ve erken eğitimidir -kesin olmamakla birlikte erken eğitimin ÇB kapasitesini artırabileceği düşünülmektedir- (Alloway ve Alloway, 2010). Farklı yaş gruplarıyla gerçekleştirilen bir çalışmada, yalnızca 13-15 yaş grubundaki erkek ergenlerin görsel-mekansal alanı ölçen üç testten ikisinde kızlardan daha yüksek performans gösterdikleri bildirilmiştir (Gathercole ve ark., 2004a). Ancak cinsiyetin ÇB'yi etkileyen bir faktör olup olmadığı netleşmesi için daha fazla çalışmaya gereksinim vardır. Başka bir çalışmada ise ( $N = 40$ ) sosyoekonomik düzeyi (SED) düşük ve yüksek olan ailelerin 6-7 yaşlarındaki çocukları karşılaştırılmış ve ailelerin eğitimleri, mesleki konumları ve gelir düzeylerinin çocukların alıcı ve ifade edici dil becerilerinde etkili olduğu, ancak ÇB kapasitesi açısından farka yol açmadığı gösterilmiştir (Engel ve ark., 2008).

### ÇB'nin Öğrenmedeki Rolü: Olağan Akademik Öğrenme ve Öğrenme Yetersizlikleri

Bir kuramın ya da kavramın gücünün önemli ölçütlerinden biri, uygulamaya aktarılabilmesi ve yaşamdaki sorunların çözümüne katkı sağlamasıdır. 1974'te

ilk model önerildikten sonra ÇB çalışmaları, sağlıklı bireylerden nöroloji ve psikiyatri hastalarına, bilişsel psikolojiden sosyal psikolojiye, günlük yaşam becerilerinden eğitim ortamlarına uzanan geniş bir yelpazeye yayılmıştır (Baddeley, 2007; Baddeley ve Hitch, 2007). Günümüze kadar gelen çalışmalar, ÇB'nin akıl yürütme/akıcı zeka, yönetici işlevler, problem çözme, karmaşık becerilerin öğrenilmesi, dil edinimi, dili anlama, sözcük dağarcığı gelişimi, sözel akıcılık, çeviri yeteneği, okumayı çözümüleme, okuma-anlama, heceleme, yazılı anlatım, yönerge izleme, not alma, matematik ve fen bilgisi gibi bir dizi akademik beceri ya da bu becerileri destekleyen bilişsel süreçlerle ilişkili olduğunu göstermiştir (Baddeley, 2003b; Conway ve ark., 2005; Daneman, 1991; Daneman ve Merikle, 1996; Padilla, Bajo ve Mazono, 2005).

Son 10 yılda, başta Susan E. Gathercole ve Tracy P. Alloway ve ekipleri olmak üzere, bir dizi araştırmacı, eğitim ortamlarındaki olağan akademik öğrenme ve öğrenme yetersizlikleri ile ÇB ilişkisine odaklanmıştır. Eğitim ortamlarında ya da kliniklerde öğrenme yetersizlikleri ile çalışan uzmanların temel sorusu şudur: *Koşulları denk olduğu halde neden bazı çocuklar yazıtları kadar öğrenemiyorlar?* Soruda 'koşulların denk olması'ndan kasıt zihinsel, duyuşsal, motor bir sorunun, belirgin bir fiziksel ya da nörolojik bir bozukluğun ya da sağlanan eğitim olanaklarında bir eşitsizliğin olmasıdır. DSM-IV ve ICD-10 gibi genel sınıflama sistemlerinde farklı terim ve başlıklar altında yer almasına karşın, birçok uzman yukarıdaki koşullar sağlandığı halde öğrenme sorununun yaşandığı durumları öğrenme yetersizlikleri terimi ile anlatma eğilimindedir (Davison ve Neale, 2004). Öğrenme yetersizlikleri kendini dil, okuma, yazma ve matematiksel alanlarda belirgin akademik sorunlarla gösterir. Bu sorunlar tümünden ya da kısmen bir arada veya ayrı ayrı görülebilir (Schuchardt, Maehler ve Hasselhorn, 2008).

Kuşkusuz yazının öğrenme yetersizliklerinin nedenlerini açıklamaya girişmek gibi en azından şu an için olanak sınırlarını zorlayan bir amacı yoktur. Öğren-

me yetersizliklerinin nedenleri tam olarak bilinmemekle birlikte, çalışmaların giderek bellek süreçlerine (Schuchardt ve ark., 2008), özellikle de ÇB'nin olası rolüne odaklandığı görülmektedir (örn., Gathercole ve ark., 2008). Diğer bir anlatımla, ÇB'nin olağan akademik öğrenme ile ilişkili olması, doğal olarak öğrenme yetersizlikleri ile de bağlantılı olabileceğini akla getirmektedir. Bu çerçevede, yazının bu bölümünde ÇB'nin temel akademik beceriler olan dil, okuma, yazma ve matematik ile ilişkisi, her bir akademik becerinin yetersizlik boyutunu da içerecek biçimde ele alınmıştır. Akademik öğrenme ve öğrenme yetersizlikleri ile en ilişkili ÇB bileşenleri Tablo 1'de özetlenmiştir.

### **Dil / Özgül Dil Bozukluğu**

**Dil.** Erken yaşlarda bir akademik öğrenme biçimi olmayan dil -ki bu kısımda sözlü dil konu edilmiştir- okul yıllarında hem bir akademik beceri olarak değerlendirilmekte hem de diğer akademik öğrenmelerin temelinde yer almaktadır. Dilin temel yapıları fonoloji, morfoloji, sözdizimi, anlam ve kullanımdır (Owens, 2008). Dil edinimi kuramlarınca geliştirilen açıklamalar diğer bileşenlerin nasıl edinildiğiyle ilgili olarak doyurucu iken, fonolojik özelliklerin (dil ses özelliklerinin) gelişimine ilişkin bilgiler yeterli değildir (Baddeley, 2003a; Baddeley, Gathercole ve Papagno, 1998). Dil ve ÇB gibi son derece karmaşık iki bilişsel sürecin birbiriyle ilişkisi ele alınırken, her ikisini de etkileyecek çok sayıda farklı değişken olabileceği akılda tutulmak kaydıyla, aslında üzerinde durulan doğal olarak ÇB'nin fonolojik döngü bileşeninin dil ile bağlantısıdır.

Çocuklarda fonolojik döngü ölçümlerinde genellikle sayı, sözcük, harf gibi dizi görevleri ya da sahte sözcük görevleri kullanılmaktadır. Sahte sözcük görevlerinde, kullanılan dilde gerçekte olmayan, bir ile beş hece arasında değişen anlamsız sözcükler üretilir. Herhangi bir dil yanlılığı (aşinalık gibi) içermediği için fonolojik döngü işlevlerini ölçmek için uygun kabul edilir. Görevin temel mantığı şudur: Görevdeki performans dil düzeyini değil, dille ilgili işleme yeteneğini yansı-

**Tablo 1.** Olağan Akademik Öğrenme ve Öğrenme Yetersizlikleri ile En İlişkili ÇB Bileşenleri\*

Dil / ÖDB	Okuma / OG	Yazma / YAG	Matematik / MÖG
Fonolojik döngü	Merkezi yönetici	Merkezi yönetici	Merkezi yönetici
Merkezi yönetici	Fonolojik döngü	Fonolojik döngü	Görsel-mekansal alan
		Görsel-mekansal alan	

\*Bileşenler önem sırasına göre verilmiştir.

Not. ÖDB: Özgül Dil Bozukluğu, OG: Okuma Güçlüğü, YAG: Yazılı Anlatım Güçlüğü, MÖG: Matematik Öğrenme Güçlüğü

ır; bu da dilin işlenmesi ve öğrenilmesi için önemlidir (Montgomery, 2003). Zeka ile ÇB'nin dil gelişimindeki rolünün karşılaştırıldığı ilk çalışmalardan birinde, sözel olmayan zeka ile sözcük dağırcığı korelasyonu dört yaşındaki çocuklar için .38, beş yaşındakiler için .16; ancak sözcük dağırcığının sahte sözcük görevi ile korelasyonu dört yaşındaki çocuklar için .52, beş yaşındakiler için .49 bulunmuştur (Gathercole ve Baddeley, 1990). Diğer çalışmalarca da (örn., Adams ve Willis, 2001; Gathercole ve Baddeley, 1993) desteklenen bu bulguya göre, anadilde yeni sözcüklerin edinimini açıklamada ÇB zekadan daha etkili görünmektedir. İzleyen çalışmalarda yaş aralığı genişletilerek, 4 yaşından 13 yaşa kadar olan çocuklarda sahte sözcük görevleri ile ölçülen fonolojik döngünün (erken yaşlarda sözel KSB) dil gelişimi, özellikle de sözcük dağırcığı ile yüksek derecede bağlantılı olduğu belirlenmiştir (Baddeley, 2003b). Dizi görevleri kullanıldığında da sözel KSB ile dil arasında belli düzeyde bir ilişki saptanmış, ancak bunun sahte sözcükler kadar güçlü olmadığı bildirilmiştir (Baddeley ve ark., 1998). Ancak Baddeley (2003b; 2007), erken yaşlar için bazı kanıtlar olmasına karşın, orta çocukluk ve ergenlikte ÇB kapasitesi ile sözcük dağırcığı ya da fonolojik gelişim arasındaki ilişkinin nedensellik içermeyebileceğini anımsatmıştır. Bunun bir nedeni, dil gelişiminin 12 yaş dolayında büyük oranda tamamlanmasına karşın (Owens, 2008), ÇB gelişiminin 15 yaşına kadar sürmesi olabilir (Gathercole ve ark., 2004a). Dolayısıyla, belli bir yaştan sonra ÇB'nin dil üzerindeki etkisi azalma eğilimi gösteriyor olabilir. Bir diğer olasılık, çocukların yaş ilerledikçe dili kullanmada soyutlama gibi farklı stratejilere yönelmeleridir (Dehn, 2008).

ÇB kullanımına önemli bir yük bindirdiğinden, ÇB'nin ikinci dil ediniminde de etkili olabileceği düşünülmüştür. Bu çerçevede Finlandiya'da yapılan bir araştırmaya göre, 9-10 yaşlarında ikinci dil olarak İngilizce öğrenmeye başlayan çocuklara eğitim sürecinin hemen başında bir dizi bilişsel test ile İngilizce sahte sözcük görevi uygulanmıştır. Çocukların iki yıl sonraki İngilizce başarısının en iyi göstergesi sahte sözcük görevlerindeki performans olmuştur (Service, 1992). Ayrıca, birden fazla dil bilen üniversite öğrencileri ile tek dil konuşan öğrenciler sahte sözcük tekrarlama becerisi açısından karşılaştırıldıklarında, çok dilli öğrencilerin daha iyi bir performans gösterdikleri bulunmuştur (Baddeley ve ark., 1998). ÇB ile hem anadil gelişimi hem ikinci dil edinimi arasında doğrusal bir ilişkinin gösterilmesi, zaman içinde dille ilgili sorunların da ÇB ile bağlantısının olabileceğini düşündürmüştür (Archibald ve Gathercole, 2006).

**Özgül Dil Bozukluğu (ÖDB).** Çocuklarda görülme sıklığı yaklaşık % 7 olan (Gathercole ve Alloway, 2006) ÖDB işitme, zeka düzeyi, oral-motor beceriler, duyuşal

gelişim ve dil edinim çevresinin normal olmasına karşın, alıcı ve ifade edici dil becerilerinin yetersiz olması durumudur (Dollagan, 2008). Zihinsel yetenekler ve çevresel koşullarda bir sorun olmaması, doğal olarak ÖDB oluşumunda etkili olabilecek başka süreçler üzerinde durulmasına yol açmaktadır. Son yıllarda ÖDB ile yakın ilişki gösteren bilişsel süreçlerden birinin de ÇB olabileceği ileri sürülmektedir (Archibald ve Gathercole, 2006; Masoura, 2006). Normal gelişim gösteren çocuklarda fonolojik döngü ve merkezi yöneticinin dil gelişimini yordadığı bilinmektedir (Baddeley, 2003b). ÖDB'yi ÇB çerçevesinde açıklamayı hedefleyen çalışmalarda yineleyen bulgu, bu çocuklarda dizi görevleri ile ölçülen KSB'de ve sahte sözcük görevleri ile ölçülen fonolojik döngüde belirgin bir sorun olduğudur (Archibald ve Gathercole, 2006; Montgomery, 2003). 7-11 yaş arasındaki ÖDB olan çocuklarla ( $N = 20$ ) sayı hatırlama, sözcük hatırlama ve ters sayı dizisi görevleri kullanılarak gerçekleştirilen betimsel bir çalışmada, bu çocuklarda en yoğun sorun gözlenen ÇB bileşeninin fonolojik döngü ve merkezi yönetici olduğu, bunu görsel-mekansal alanın izlediği bildirilmiştir (Archibald ve Gathercole, 2006). Daha kapsamlı bir diğer çalışmada ( $N = 734$ ), genel öğrenme yetersizlikleri içinde değerlendirilen ÖDB olan çocukların sayı dizisi, harf dizisi ve sahte sözcükler ile belirlenen fonolojik döngü ve ters sayı dizisi ile belirlenen merkezi yönetici görevlerinde yaşlarından düşük performans gösterdikleri saptanmıştır (Pickering ve Gathercole, 2004). Konuyla ilgili ilginç bir çalışmada Montgomery (2000) ÖDB olan ve normal gelişim gösteren çocukları işleme yükü giderek artan üç farklı görev kullanarak karşılaştırmıştır. Sonuçta her iki grupta yer alan çocuklarda işleme yükü arttıkça performans azalmış; ancak ÖDB olan çocuklarda özellikle çifte sınırlamalı görev koşulunda (fiziksel görüntü + anlamsal kategori) performans ciddi biçimde yaşlarından farklılaşmıştır.

Görünen o ki, günümüzde ÖDB'de ÇB sorunları olduğu bulgusu tartışılmamakta, ancak ÇB sorunları ile ÖDB arasında nasıl bir ilişki olduğu anlaşılmaya çalışılmaktadır. Bu konudaki farklı görüşlerden birine göre, ÖDB'deki temel sorun doğrudan ÇB ile ilgili olmayabilir (Alloway, Gathercole, Kirkwood ve Elliot, 2009b). Bu görüşe katılan Jarrold (2001), ÖDB'de hem sözel KSB hem fonolojik döngü sorununun gözlendiğini, bu iki sorunun birlikte görülmesinin her ikisini de kapsayan bir bilişsel yapının yansması olabileceğini, bu yapının da olasılıkla yönetici işlevler olduğunu ileri sürmüştür. Bozukluğun genel bir bilgi işleme yetersizliğinin sonucu olabileceğine inanan Montgomery (2003) ise, ÇB görevlerindeki düşük performansın ÖDB'nin klinik göstergelerinden biri sayılması gerektiğini vurgulamamıştır. Jarrold (2001), ÖDB'nin mi ÇB sorunlarından yoksa düşük ÇB kapasitesinin mi

ÖDB'den kaynaklandığının bilinmediğini eklemektedir. ÖDB olan çocuklarda çoğu zaman diğer öğrenme yetersizliklerinin de bulunması ve fonolojik duyarlık ve sesletim hızında sorun olması gibi etmenlerin düşük ÇB kapasitesine yol açabileceği öne sürülmüştür (Dehn, 2008). Bu uyarı doğru olmakla birlikte, zaman içinde dile ilişkin bozukluklar giderilse de ÇB sorunlarının büyük oranda kalıcı olduğu, dolayısıyla bir nedensellik ilişkisi zorlanacaksa burada ÇB'nin neden konumuna daha yakın durduğu anımsatılmıştır (Archibald ve Gathercole, 2006). Buna paralel olarak ÖDB olan çocukların depolama ve işleme boyutlarının eşgüdümünde sorun yaşayabilecekleri vurgulanmıştır (Montgomery, 2000; 2003).

Dil ile ÇB arasındaki bağlantı özetlenirse, fonolojik döngü ile yeni sözcüklerin edinimi ve fonolojik gelişim arasındaki ilişkinin çok güçlü olduğu, bunun küçük yaşlarda daha belirgin iken ilerleyen yaşlarda kısmen azaldığı ve kesin bir neden-sonuç bağı içermediği (Baddeley, 2003a), ÇB ile ikinci dil edinimi arasında bir bağ bulunduğu (Service, 1992) ve dil gelişiminde fonolojik farkındalık gibi ÇB dışında da önemli süreçlerin olduğu (Montgomery, 2000) görülmektedir. Yetersizlik boyutundan bakıldığında, birçok çalışma ÖDB ile fonolojik döngü arasında bir bağ olduğunu doğrulamaktadır; ancak ilişkinin yönü henüz tam olarak belli değildir. Burada belki de en önemli nokta, ÖDB'nin değerlendirilmesinde fonolojik döngü sorunlarının klinik göstergelerden biri olarak kabul edilmesidir (Montgomery, 2003).

### **Okuma / Okuma Güçlüğü**

**Okuma.** Dil becerilerinden biri olan okuma, metindeki olayın veya bilginin kişinin kendi deneyimleri ile birleştirilerek anlamlandırılmasıdır (Gunning, 2003). Tanımdan da anlaşılacağı üzere, okuma yalnızca bir çözümlenme (decoding) değil, aynı zamanda USB ile bağlantı kurmak yolu ile çözümlenmiş birimlere anlam verme eylemidir. Dolayısıyla okumadan gerçekte kastedilen okuma-anlamadır (reading comprehension; Daneman ve Merikle, 1996). Okuma-anlama eyleminin üç temel süreç içerdiği söylenebilir (Cain, 2006): Okuyucunun (a) sözcüğü çözümlenmesi, (b) cümlelerin sözdizimsel yapısını anlaması, (c) sözcükler ve cümlelerdeki düşünceler arasında bağlantı kurarak bir anlama ulaşması. Okuma ile ilgili bu bilgi; metin, USB ve eylem arasında bir arayüze gereksinim olduğunu akla getirir: ÇB. Okuma-anlamada ÇB kullanımını zorunlu kılan beceriler şöyle sıralanmıştır (Swanson, 2006): tek tek sözcükleri çözümlenme ve anlamlarına ulaşma, tek sözcük anlamlarından anlam birimlerine ulaşma, cümlelerin zihinsel temsillerini yapılandırma, cümlelerdeki bilgiler arasındaki tutarsızlıkları saptama, ana düşüncelere odaklanma, sözcüklerin ya da cümlelerin görsel imgelerini oluşturma, yeni bilgi temsilleri oluşturma, önceki bil-

gileri de kullanarak yeni çıkarımlarda bulunma, okumanın gelişimini izleme, metnin farklı bölümlerindeki bilgileri bütünleştirme ve bilgiyi USB'deki temsilleriyle ilişkilendirme. Bu işlevler büyük oranda merkezi yönetici tarafından kontrol edilmektedir (Dehn, 2008).

Sayı, sözcük ve harf dizisi gibi geleneksel KSB ölçümlerinin okuma ile düşük korelasyon göstermesi ve bu görevlerin ÇB'nin mantığına uygun bulunmaması nedeniyle, bu alandaki araştırmalarda ÇB kapasitesinin belirlenmesinde okuma, dinleme, sayma ve işlem uzamı görevleri ya da sahte sözcük görevleri kullanılmaktadır. Örneğin, farklı biçimleri olmasına karşın, okuma uzamı görevinde ardışık cümleler verilir ve bireyden cümlelerin son sözcüğünü hatırlaması istenir. Böylece görevin bir yandan depolamayı bir yandan da işlemeyi ölçtüğü varsayılır (Daneman ve Carpenter, 1980; Daneman ve Hannon, 2007).

Çocuklarda ÇB ile okuma ilişkisine odaklanan araştırmacıların bir kısmı, ÇB'nin okuma yeteneğinin temel yordayıcılarından biri olduğunu savunmaktadır. Daneman ve Carpenter'in (1980) araştırmasında okuma ve dinleme uzamı görevleri ile okuma-anlama arasındaki korelasyon .72-.90 arasında çıkmıştır. Cain, Oakhill ve Bryant (2004) ise, 8-11 yaş arasındaki çocuklarla yürüttükleri boylamsal çalışmada, cümle uzamı görevi ve sayı dizisi görevi kullanarak ÇB kapasitesinin okuma-anlama performansını açıklamada sözel yetenek, sözcük dağarcığı ve sözcük okuma becerisinden daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Okuma-anlamamanın en iyi yordayıcıları olarak sırasıyla; okumayı çözümlenme becerisi, sözcük dağarcığı düzeyi ve ÇB'yi gösteren Dehn'e göre (2008), okuma-anlama performansının büyük oranda ÇB'ye dayalı olduğu konusunda bir kuşku yoktur. Sorun hangi ÇB bileşeninin bu süreçte daha etkin rol oynadığının yeterince belirlenmemiş olmasıdır. Son dönem çalışmalar okuma-anlama açısından en önemli ÇB bileşeninin merkezi yönetici, ardından fonolojik döngü olduğuna işaret etmektedir (Berninger ve ark, 2010; Swanson, 2006; Swanson, Zheng ve Jerman, 2009). Örneğin, Swanson ve arkadaşlarının metaanalitik çalışmasında ÇB ve KSB'nin okuma ile ilişkisine odaklanan araştırmalar incelenmiştir. Çalışmada, sayı ve sözcük dizisi gibi KSB görevlerinin okuma ile düşük korelasyon (.30 dolayında) gösterdiği, öte yandan cümle uzamı gibi ÇB görevlerinin okuma ile korelasyonunun belirgin biçimde daha yüksek (.72 dolayında) olduğu bildirilmiştir.

Bir grup araştırmacı (örn., Cain, 2006; de Jong, 2006) ise okuma-anlamada ÇB'nin rolüyle ilgili bildirimlerin abartılı olduğunu ve gerçeği tam olarak yansıtmayabileceğini öne sürmüştür. Bunlardan de Jong'a (2006) göre, ÇB'nin okumaya ayrı bir katkısı vardır, ancak bireyin konuşma dilindeki ses birimlerini tanıma, fark etme ve değişimleme yeteneği olarak bilinen fonolojik

lojik farkındalıkla ele alındığında ortak katkıları yalnızca ÇB'nin katkısından çok daha fazladır. Öneriler arasında okuma ile ÇB ilişkisi ele alınırken, ketleme gibi diğer yönetici işlevlerin de göz önünde bulundurulması vardır (Cain, 2006).

**Okuma Güçlüğü (OG).** Son 30 yılda OG'yi anlama yolunda en çok çalışılan bilişsel süreç ÇB olmuştur (Swanson ve ark., 2009). Okul çağı çocuklarında sık karşılaşılan öğrenme yetersizliklerinden biri olan OG'de sözcükleri tek tek ya da metin içinde okuyamama, doğru ve akıcı isimlendirememe, sözcüklerin seslendirilmesi, sesleri doğru çözümleme ve sınıflandırmada güçlük, yavaş okuma ya da hızlı okuyup çok yanlış yapma, sözcük ve heceleri atlama, eklemeler yapma, metinde olmayan sözcükleri okuma, olan sözcükleri okumama, sınırlı sözcük dağarcığı, okuduklarını anımsayamama ve anlayamama tarzında sorunlar yaşanmaktadır (Girgin, 2006; Kesikçi ve Amado, 2005). Ulusal Okuma Paneli'ne (National Reading Panel [NRP], 2000) göre, anılan sorunların yaşandığı OG'nin temel nedeni, konuşma sözcükleri ve bu sözcüklere ait öğelerin işlenmesi anlamına gelen fonolojik işlemdeki bozukluklardır. Ne var ki, bu bildirim fonolojik işleme bozukluğu olmaksızın OG yaşayan bireylerin durumunu açıklamada yeterli değildir. Bu durumun açıklanmasında başvurulabilecek kaynaklardan biri olan ÇB, aynı zamanda fonolojik işlemede yaşanan sorunların da nedenini anlamada kullanılabilir. Örneğin, fonolojik işleme için gerekli sözcük tanıma becerisinin edinilmesinde ÇB rol oynamaktadır. Dolayısıyla ÇB, hem fonolojik işleme bozukluğu ile hem de fonolojik işleme olmaksızın görülen okuma bozukluklarını anlamada önemlidir (Dehn, 2008).

Swanson ve arkadaşları (2009), 88 araştırmayı gözden geçirdikleri metaanalitik çalışmalarında, OG ile ÇB ilişkisini açıklamada iki temel görüşü özetlemiştirler (1) OG olan çocuklar diğerlerinden bellek süreçlerinin gelişim hızı açısından farklılaşmaktadırlar. Beynin olgunlaşmasıyla bu çocuklar ÇB performansı açısından er geç yaşlıları ile eşit düzeye gelecektir. (2) OG olan çocukların ÇB'sinde temel bir bozulma söz konusu olduğundan bu çocukların bellek sorunları bütün yaşlarda görülür. Bu çocukların zihinsel organizasyonu, en azından sözel boyutta yeterli olmadığından hiçbir zaman yaşlıları ile aynı performansı sergileyememektedirler. Çalışma, ikinci görüşü destekleyen bulgularla sonuçlanmıştır. Aynı çalışmada yazarlar, OG olan çocuklarda sözel olmayan zeka bölümü (ZB), yaş ve okuma düzeyinin ÇB performansında aracılık işlevi görmediği ve OG'nin altında yatan temel nedenlerden birinin merkezi yönetici ve fonolojik döngüdeki sorunlar olabileceğini bildirmişlerdir. Bu bulguyla tutarlı olarak Jerman ve Swanson (2005), ilköğretim birinci kademe çocuklarıyla gerçekleştirilen ve işleme + depolama gerektiren cümle uzamı, sayma uzamı ve işlem uzamı

görevlerinin kullanıldığı 28 çalışmayı yeniden analiz etmişlerdir. Çalışmada, OG olan çocukların en çok sorun yaşadıkları alanların merkezi yönetici ve fonolojik döngü olduğu saptanmıştır. Benzer sonuçlar diğer araştırmalarca yinelenmiştir (Berninger ve ark., 2010; Cain, 2006; Gathercole, Alloway, Willis ve Adams, 2006). Bu konudaki önemli bir bulgu da WISC-IV'ün ABD'deki standardizasyon çalışmalarından gelmiştir. Bu çalışmada OG olan çocukların en düşük puanı (*Ort.* = 87) ÇB alt testinden aldıkları ve bu alt test açısından kontrol grubuyla karşılaştırıldıklarında ortaya çıkan farka ilişkin etki büyüklüğünün diğer alt testlerden fazla olduğu saptanmıştır (Dehn, 2008). Bu bulgulara karşın, okuma yaşı açısından eşleştirilmiş 100 öğrenciyle (*n* = 50 OG olan, *n* = 50 normal gelişim gösteren çocuk) yapılan bir çalışmada iki grup arasında genel ÇB kapasitesi açısından bir fark bulunmamıştır. Ancak OG grubu, normal gelişim gösteren yaşlılarına oranla işleme hızı açısından yüksek, kısa süreli depolama açısından düşük performans sergilemiştir. Ayrıca, karmaşık uzam görevleri normal gelişim gösteren çocuklarda bir bütün olarak performansın belirleyicisi olmuştun, OG olan çocuklarda merkezi yönetici daha belirleyici bir rol oynamıştır. Bu bulgulara dayanarak yazarlar, OG grubunun, karmaşık bilişsel görevleri yerine getirmede normal gelişim gösteren yaşlılarından niteliksel olarak farklı bir yol kullanıyor olabileceklerini ileri sürmüşlerdir (Bayliss, Jarrold, Baddeley ve Leigh, 2005).

Ülkemizde gerçekleştirilen bir çalışmada (Kesikçi ve Amado, 2005) yaş, cinsiyet ve SED yönünden eşleştirilmiş 7-11 yaş OG olan çocukların fonolojik bellek, KSB ve WISC-R özellikleri incelenmiştir. Batıdaki çalışmaların çoğunun aksine sesçil (fonetik) bir dil olan Türkçe ile gerçekleştirilen çalışmada, OG grubundaki çocukların sahte sözcük görevleri ile ölçülen fonolojik bellek sorunlarının kontrol grubundaki yaşlılarından daha fazla olduğu saptanmıştır. Bu bulguya dayanarak, OG'deki ÇB sorunlarının dilin özelliklerinden çok bellek kapasitesindeki bir sınırlılığı yansıtıyor olabileceği düşünülebilir.

### **Yazma / Yazılı Anlatım Güçlüğü**

**Yazma.** Okuma ile yakın ilişkisine rağmen, dili ifade etme biçimlerinden biri olan yazmanın ÇB ile ilişkisi, ilginç bir biçimde, sözlü dil ve okuma kadar incelenmemiştir. Dolayısıyla, yazma eylemine ÇB'nin olası katkısı ile ilgili görüşler yeterli görgül bulguya dayanmamaktadır. Yazma eyleminin gerçekleşebilmesi için birey (a) yazıya geçirmeyi hedeflediği iletiyi tasarlar, (b) iletiyi zihinsel düzeyde dilin anlamsal, sözdizimsel ve morfolojik özelliklerini yansıtacak biçimde dil bilgisi kurallarına uygun hale dönüştürür, (c) amaçlanan iletiyi motor beceriler yoluyla metne aktarır ve (d) aktarılmak istenen ileti ile metin arasında bir uyum-



suzluk olup olmadığı gözden geçirir (Berninger ve ark., 2010). Aynı yazarlar, bu süreçlerin tümünün ÇB kullanımını zorunlu kıldığını vurgulamaktadır.

Yazma beceri düzeyi arttıkça ÇB ile yazılı dil ilişkisinin de arttığını bildiren Berninger ve arkadaşlarına (2010) göre, okumada merkezi yönetici ve fonolojik döngü önemli iken, yazmada yazılmak istenen iletinin görsel temsillerinin oluşturulması bakımından bunlara ek olarak görsel-mekansal alanın kullanımı da önem kazanmaktadır. Bu düşünceden yola çıkarak ilköğretim ikinci, dördüncü ve altıncı sınıf öğrencileri ile yapılan, sözcük uzamı ve cümle uzamı görevlerinin kullanıldığı geniş örneklemlili ( $N = 449$ ) bir çalışmada (Berninger ve ark., 2010), ÇB'nin hem okuma hem yazma düzeyi ile ilişkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda, okuma ile en ilişkili bileşenlerin fonolojik döngü ve merkezi yönetici olduğu, ancak yazma eyleminde tüm bileşenlerin yer aldığı saptanmıştır. Buna dayanarak yazarlar, ÇB kapasitesinin okuma ve yazma gelişimini desteklediğini, ancak ÇB'nin yazma ile ilişkisinin daha belirgin olduğunu vurgulamışlardır.

**Yazılı Anlatım Güçlüğü (YAG).** Berninger ve arkadaşlarına (2010) göre, ÇB'nin YAG'ı anlamak açısından katkısı eşsizdir. Diğer yetersizlikler ile ÇB'nin bir ya da iki bileşeni ilişkiliyken, YAG'da bileşenlerin üçü de etkilidir. Örneğin, YAG olan bir çocuk yazmayı hedeflediği metni planlayamıyorsa merkezi yöneticide, metni zihinsel bir imgeleme dönüştüremiyorsa görsel-mekansal alanda, yazacağı metni unutmamak için iç tekrar yapamıyorsa fonolojik döngüde sorun olabileceği akla getirilmelidir.

Bir çalışmada yaşları 7-8 arasında değişen, sözel olmayan ZB puanı açısından eşleştirilmiş, yazma düzeyi normal ve YAG olarak nitelendirilebilecek düzeyde düşük olan ilköğretim ikinci sınıf öğrencileri ÇB, dikkat, yönetici işlevler ve fonolojik duyarlık puanları açısından karşılaştırılmıştır. Bulgular, YAG grubunun tüm puanlarda normal gruba oranla daha düşük performans sergilediğini ortaya koymuştur (Barbosa, Miranda, Santos ve Bueno, 2009). Ne var ki, bu çalışmada sözü edilen değişkenlerden hangisinin YAG'a daha fazla katkı yaptığı bildirilmemiştir.

Kısaca, diğer öğrenme yetersizlikleri kadar çalışılmamış olmasına karşın, yazma becerisi ve YAG ile ÇB'nin tüm bileşenleri arasında güçlü bir ilişki olabileceği ileri sürülmektedir (Berninger ve ark., 2010).

### **Matematik / Matematik Öğrenme Güçlüğü**

**Matematik.** Herhangi bir matematiksel işlemin yapılabilmesi geçici depolama ve işleme eylemlerinin eşzamanlı kullanımı ile olanaklıdır. Matematiksel işlemler sayı bilgisi, sayma becerisi ve aritmetik yetenekleri gerektirir (Geary, 2004). Buna bağlı olarak matematiksel beceriler, temelde basit matematiksel hesaplamalar

(sayı bilgisi ve sayma becerisini gerektirir) ve matematik problemleri (aritmetik yetenekleri gerektirir) olarak iki gruba ayrılabilir. ÇB ile matematik ilişkisinin daha önemli görülen yanı, ÇB'nin matematik problemlerinin çözümündeki rolünün anlaşılmasına çalışılmasıdır. Matematiksel bir problemin başlangıcından sonuna bir dizi zihinsel etkinlik gerçekleşir. Bunlar (a) problemi içeren bilginin kodlanması, (b) bilginin bütünleştirilmesi, (c) USB'den problemin çözümünde kullanılacak matematik bilgilerinin çağırılması, (d) çağırılan bilgilerden eldeki problem için uygun olanının seçilmesi, (d) çevrim-içi olarak çözümün gerçekleştirilmesi, (e) işlem sürecinin izlenmesi ve sonucun değerlendirilmesidir (Swanson ve Beebe-Frankanberger, 2004). Temelde sayı bilgisi ve işlem bilgisinin eşgüdümünü gerektiren bu sürecin gerçekleşebilmesi için bilginin işlenmesi sürecinde etkin yer alan ÇB'nin en önemli bileşeni olan merkezi yöneticinin bilgi işlemede dikkati ve kalemeyi kontrol edebilmesi gerekir (Geary, 2004). Dolayısıyla matematik problemlerinin çözülmesinde depolama ve işleme botutları yer almalıdır (Bull ve Epsy, 2006).

Genel olarak çocuklarda matematik becerileri ile ÇB'nin ilişkili olduğu saptanmıştır. Örneğin, Swanson ve Beebe-Frankanberger (2004), ilköğretim birinci kademe öğrencilerinde matematik becerileri ile okuma, sayma ve işlem uzamlarından oluşan ÇB ölçümleri arasındaki korelasyonun .54 olduğunu saptamışlardır. Benzer biçimde 7-8 yaşlarındaki çocuklarda matematik yeteneği ile standart ÇB testleri (sözü geçen çalışmada Wisconsin Kart Eşleme Testi [WKET]) arasındaki korelasyonun da yüksek olduğu bildirilmiştir (Bull ve Scerif, 2001). Aynı yazarlar, matematiksel yetenekleri açıklamada ÇB kadar diğer yönetici işlevlerin de önemli rollerinin olabileceğini vurgulamışlardır.

Bu alandaki önemli soru, hangi matematik yeteneğiyle ÇB'nin hangi bileşeninin hangi yaşlarda daha ilişkili olduğudur. Gelişimsel doğaları gereği 7 yaş öncesi çocuklarda basit matematiksel hesaplamalar görsel olarak sunulan somut malzeme aracılığıyla gerçekleştirildiğinden, bu yaşta çocuklar büyük oranda görsel-mekansal alan bileşenine başvurumaktadırlar (Bull ve Scerif, 2001). Daha büyük yaşlardaki çocuklarda bu bileşenin kullanımı kendini geometri problemlerinin çözümünde gösterebilmektedir (Dehn, 2008). İlköğretimle birlikte ÇB ile matematik ilişkisinde merkezi yönetici daha fazla devreye giriyor görünmektedir. Bunun nedenleri, bu yaşlardan sonra problemlerin sözel olarak verilmeye başlanması ve diğer bileşenlerin merkezi yönetici tarafından daha fazla denetlenmesi olabilir. 7 yaşında ÇB ölçümleri ile matematik becerileri arasında gözlenen yüksek korelasyon, 14 yaşında azalma eğilimi göstermektedir (Alloway ve Gathercole, 2006). Çocukların bilgi işleme hızının giderek artması, problem çözümlerinin USB'deki bilgilere daha bağımlı hale gel-

mesi ve otomatikleşmesi (Dehn, 2008) ile farklı problem çözme stratejilerin keşfedilmesi (Bull ve Epsy, 2006) ÇB ile matematik yeteneği arasındaki ilişkinin yaşa bağlı olarak azalmasındaki olası nedenlerdir.

**Matematik Öğrenme Güçlüğü (MÖG).** Çocuklarda MÖG görülme oranı % 3-8 arasında değişmektedir (Masoura, 2006; Passolunghi, 2006). Daha önce de belirtildiği üzere, matematiksel işlemler sayı bilgisi, sayma becerisi ve aritmetik yetenekleri gerekli kılar. Aritmetik yetenekler problem çözme için gerekli işlemlerin yapılmasını içerir. MÖG yaşayan çocukların çoğunda sayı bilgisi ve sayma becerisi yönünden önemli bir sorun yokken, aritmetik becerilerde önemli zorlanmalar gözlenmektedir (Geary, 2004; Passolunghi, 2006).

MÖG yaşayan çocuklarda gözlenen temel sorunlar şöyle sıralanabilir: gelişimsel olarak yeterince olgunlaşmamış işlemlerin kullanılması, parmakla sayma, yaş ve zeka düzeyinin altında sayılan işlemlerde güçlük, işlemin yürütülmesinde hata yapma, işlemin altında yatan mantığı ve kavramları anlamama, işlem sırasını izlemede güçlük, görsel olarak sunulan matematiksel ifade ve ilişkileri anlayamama, mekansal ifadeleri yanlış yorumlama, doğru sonuca ulaşmak için gereğinden fazla zaman kullanma (Geary, 2004). Sözü edilen güçlüklerin ortaya çıkması, bilgi işleme sürecinde etkin yer alan ve ÇB'nin en önemli bileşeni sayılan merkezi yöneticinin dikkati ve ketlemeyi denetleme ve USB ile bağlantı kurma görevlerinde sorun yaşandığına işaret etmektedir. Dolayısıyla merkezi yönetici MÖG ile yakından ilişkilidir. Öte yandan, matematiksel işlemlerin zihinsel düzeyde yapılabilmesi ve görsel sunumlu matematiksel ifade ve ilişkilerin anlaşılabilmesi için sayı ya da şekillerin zihinde canlandırılabilmesi gerekir. Bu noktada görsel-mekansal bileşen devreye girmektedir. Dolayısıyla MÖG olan çocuklar ÇB'nin merkezi yönetici ve görsel-mekansal bileşenlerinde sorun yaşamaktadırlar (Dehn, 2008; Geary, 2004). Çalışmalar bu açıklamayı destekler niteliktedir. Örneğin, Schuchardt ve arkadaşları (2008), 7-10 yaş arasındaki 97 OG ve MÖG olan ilköğretim öğrencisini ÇB bileşenleri yönünden incelemişlerdir. Bu çalışmada, MÖG yaşayan öğrencilerin merkezi yönetici ve görsel-mekansal alan ölçümlerinde düşük performans sergiledikleri, ancak fonolojik döngü yönünden herhangi bir sorun yaşamadıkları bildirilmiştir. Buna karşın Passolunghi (2006), MÖG yaşayan çocukları üç gruba (işlem sorunu olanlar, anlama sorunu olanlar ve görsel-mekansal temsil sorunu olanlar) ayırarak gerçekleştirdiği çalışmada, merkezi yönetici bileşenin tüm MÖG gruplarıyla ilişkili olduğunu göstererek önceki çalışmalarını doğrulamıştır. Diğer yandan bazı çalışmalar ÇB'nin hem normal gelişim gösteren hem MÖG olan çocuklarda matematiksel becerilerle olan ilişkisinin yaşa bağlı olarak azaldığını ileri sürmektedir. Alloway ve Gathercole'un (2006) çalışmasında, 7

yaşında ÇB ölçümleri ile matematik becerileri arasında gözlenen ilişki, 14 yaşındaki çocuklarda azalma eğilimi göstermiştir. Bu durumun nedenleri olarak çocukların bilgi işleme hızının giderek artması ve otomatikleşmesi (Dehn, 2008) ile farklı problem çözme stratejilerine başvurulması (Bull ve Epsy, 2006) gösterilmiştir. Bull ve Scerif (2001) ise, MÖG'ün nedenlerinin açıklanmasında yönetici işlevlerin bir bütün olarak ele alınmasının daha yararlı olacağını vurgulamışlardır.

Özetle, ÇB matematik öğrenmeyi açıklamada önemli bir etmendir. Yaşa göre değişimle birlikte, hem matematik yeteneği hem MÖG ile ilişkili ÇB bileşenleri, önem sırasına göre merkezi yönetici ve görsel-mekansal alandır (Geary, 2004). ÇB-matematik yeteneği arasında erken yaşlarda belirgin olan ilişki yaş ilerledikçe azalma eğilimi göstermekte (Alloway ve Gathercole, 2006) ve matematik öğrenmede yönetici işlevler gibi diğer bilişsel süreçler de etkili olmaktadır (Bull ve Scerif, 2001).

Şu ana kadar ÇB'nin öğrenme yetersizlikleri ile ilişkisi ayrı ayrı değerlendirildi. Oysa öğrenme yetersizliklerinin bir arada görülme olasılığının yüksek olduğu bilinmektedir (Dikmeer ve Gençöz, 2009; Turgut ve ark., 2010). Önemli bir soru şudur: "Sözü geçen öğrenme yetersizliklerinin bir arada görülmesi halinde çocukların ÇB performansında bir farklılık gözlenir mi?" Mahler ve Schuchardt'ın (2009) OG, MÖG ve OG+MÖG olan 7-10 yaş çocuklarını ( $N = 97$ ) ÇB bileşenleri yönünden karşılaştırdıkları çalışmada, OG+MÖG grubundaki çocukların tüm bileşenlerde diğer gruplardan daha düşük performans sergiledikleri saptanmıştır. Benzer bir sonucu önceki çalışmalarında (Schuchardt ve ark., 2008) da bulan yazarlar, ÇB performansının öğrenme yetersizliklerinin birlikte görülmesi koşulunda en düşük düzeyde gözlendiğini ve bunun tüm bileşenlerle ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Son olarak, ayrıntıları bir başka yazıya bırakılmak kaydıyla, ÇB'nin, öğrenme yetersizlikleri tanı grubunda yer almadığı halde öğrenme güçlükleri ile sonuçlanan gelişimsel bozukluklarla da ilişkili olduğu vurgulanmalıdır. Bunlardan bazıları dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu (DEHB), otizm spektrum bozukluğu, Tourette sendromu, Down sendromu, William sendromu, zihinsel yetersizlik, işitme kaybı, görme kaybı ve gelişimsel koordinasyon bozukluğudur (Gathercole ve Alloway, 2006; Ozonoff ve Jensen, 1999).

### Değerlendirmede ÇB ve ÇB Sorunlarına Yönelik Öneriler

#### ÇB'nin Belirlenmesi

Yukarıda ayrıntıları ile anlatıldığı üzere ÇB, öğrenme yetersizliklerini açıklamada önemli bir rol üstlenmektedir. Bu çerçevede öncelikle çocuklarda ÇB öl-

çümlerinin nasıl yapıldığını kısaca anımsatmakta yarar vardır. ÇB kapasitesini belirlemede genel olarak dört grup ölçme biçiminin kullanıldığı söylenebilir:

1. *Standart ÇB Testleri*: Standart ÇB testlerinde sayı, harf, sözcük ve ters sayı dizisi ve sahte sözcük tekrarlama gibi görevler bir batarya haline getirilmiştir. Çocuklar İçin Çalışma Belleği Test Bataryası (Working Memory Test Battery for Children [WMTB-C], Pickering, 2006) ve Otomatik Çalışma Belleği Değerlendirmesi (Automated Working Memory Assessment [AWMA], Gathercole ve ark., 2004a) bunun iyi örneklerindedir. Sözü geçen standart ÇB testleri Baddeley'in çok-bileşenli ÇB modeline dayanmakta olup bu testlerden ÇB'nin üç bileşenine yönelik standart puanlar elde etmek olanaklıdır. Dolayısıyla çocuğun alt test profilleri incelenerek öğrenme yetersizliğinin türü ve şiddeti konusunda bilgi edinilebilmektedir (Pickering, 2006).

2. *Bilişsel Testler İçinde ÇB Alt Testleri*: Bu grupta, ÇB kapasitesi standart bilişsel değerlendirme ölçeklerinde yer alan alt testler yoluyla ölçülmektedir. WISC-IV içinde yer alan çalışma belleği alt testi buna örnektir (Dehn, 2008). Bu tarz bir değerlendirme, uygulamacıya ÇB'nin zeka testi içindeki görünümüne ve ÇB kapasitesine ilişkin fikir vermekle birlikte, çoğu zaman bu yolla elde edilen ölçüm fonolojik döngüye yönelik olduğundan, diğer ÇB bileşenleri ile ilgili bilgi sağlamamaktadır (Dehn, 2008).

3. *Derecelendirme Ölçekleri*: Henüz çok yaygın olmamakla birlikte, ÇB kapasitesi bireyle ilgili diğer kişilere derecelendirme ölçekleri uygulanarak belirlenebilmektedir. Çocukla ilgili olarak öğretmeninden bilgi almada kullanılan Çalışma Belleği Derecelendirme Ölçeği (Working Memory Rating Scale [WMRS]) bu tarz ölçme araçlarına örnek gösterilebilir. Bu tarz bir değerlendirmede ÇB sorunu olan çocukların gösterdiği davranışsal belirtiler, örneğin çocuğun bir cümleyi okuduktan sonra aradaki bazı sözcükleri akılda tutamaması, birer ölçek maddesi haline getirilerek çocukla en çok zaman geçiren kişi olan öğretmenden bilgi edinilebilmektedir (Alloway, Gathercole, Kirkwood ve Elliot, 2009a).

4. *Uzam Görevleri*: Uzam görevleri okuma, dinleme, sayma ve işlem uzamı gibi farklı biçimlerde olabilir. İşleme ve depolama süreçlerini birlikte içerdiği ve çift-görev paradigmasına dayandığı için uzam görevleri ÇB'nin kuramsal yapısına daha uygun kabul edilmektedir. Birçok çalışmada uzam görevleri ile belirlenen ÇB ile akademik beceriler ve üst düzey bilişsel süreçler arasındaki ilişkiler, diğer ölçümlerle belirlenen ilişkilerden daha yüksek çıkmaktadır (örn., Conway ve ark., 2005; Daneman ve Carpenter, 1980; uzam görevlerinin farklı kullanım biçimleri için bkz. Er, 1996; 1997).

### **ÇB ve Öğrenme Yetersizliklerinin Değerlendirmesine İlişkin Öneriler**

Psikiyatrik bozukluklar yelpazesinde yer alan öğrenme yetersizlikleri ve tanı grubunda yer almayan genel öğrenme sorunları çoğu zaman eğitim ortamlarında çalışan uzmanlar, örneğin okul psikologları, tarafından fark edilmektedir. Her ne kadar bu uzmanların tanı koyma yetkisi yoksa da tanıya yardımcı olma anlamında psikiyatri kliniklerinden daha etkin olabilirler (Davison ve Neale, 2004). Psikiyatri ve eğitim alanında çalışan uzmanlar için hem öğrenme yetersizlikleri hem ÇB değerlendirmesinde önemli olabilecek bazı öneriler aşağıda sıralanmıştır:

#### **Zeka Testlerine Ek Olarak ÇB Ölçümlerinin**

**Kullanımı.** Eğitimsel ve psikiyatrik olarak öğrenme yetersizliği, genel zeka düzeyi ile akademik beceriler arasında belirgin bir fark olması tarzında algılandığından, değerlendirmede çoğu zaman zeka testleri ve akademik başarı testleri birlikte kullanılmaktadır. Ayrıca uygulanan zeka testinin sözel alt testleri ile görel olarak sözel beceri gerektirmeyen performans alt testleri arasındaki farka bakılmaktadır (Kesikçi ve Amado, 2005; Soysal, Koçkar, Erdoğan, Şenol ve Gücüyener, 2001). Ancak zeka ile akademik beceri arasındaki farkın ne kadar olması gerektiği konusunda görüş birliği olmadığı bildirilmektedir (Bull ve Epsy, 2006). Ülkemizde geliştirilen ve araştırmalarda kullanılmaya başlanan Özgül Öğrenme Güçlüğü Bataryası (ÖÖGB) türünde ölçme araçlarına başvurmak daha sağlıklı bir değerlendirmeyle sonuçlanacaktır. ÖÖGB okuma, yazma ve temel aritmetik becerileri değerlendirmenin yanı sıra, öğrenme yetersizliklerinde sık rastlanan görsel algılama, sıralama ve ardışıklık becerileri, sağ-sol ayırt etme, lateralizasyon ve ince motor becerilerdeki bozukluk ve sorun alanlarını değerlendirmektedir (Turgut ve ark., 2010). ÇB ile öğrenme yetersizlikleri arasındaki ilişki göz önüne alındığında, değerlendirme sürecine yukarıda sözü edilen ÇB ölçümlerinin de olanaqlar ölçüsünde katılması, sorunun ayrıntılı bir resmini oluşturmak açısından önemlidir. Henüz görgül bir araştırma sonucu olmamasına karşın, yazarın özel eğitim gereksinimi olan çocuklarla (işitme engelli çocuklar) deneyimi, bu çocukların düzeyine uygun olarak geliştirilmiş cümle-sayı uzamı ve sayı-sözcük uzamı görevlerinin öğrenme yetersizliği olan çocukları ayırt etme açısından oldukça yüksek klinik geçerliğe sahip olduğunu düşündürmektedir. Kuşkusuz bu noktada önemli soru, düşük ÇB kapasitesini belirlemek için hangi kesim puanının temel alınacağıdır. Model olması açısından, Gathercole ve Alloway'in (2006) önerileri dikkate alınabilir. Yazarlara göre uzam görevlerinden ortalamanın 1 standart sapma altında puan almak hafif derecede, 1.33 standart sapma altında puan almak ise orta-ileri derecede bir ÇB sınırlılığına işaret etmekte-

dir. Kuşkusuz ortalamayı belirlemek için normal gelişim gösteren çocuklarla çalışmaların yapılması gerekmektedir.

**Çoklu Ölçüm Kullanımı.** İster araştırma ister uygulama amaçlı olsun, ÇB'nin değerlendirilmesinde çoklu ölçüm kullanılması önerilmektedir. Çoklu ölçüm, birden fazla ölçme türünün kullanılması (örn., standart test-ler ve uzam görevleri) olabileceği gibi, bir ölçme türünde birden fazla biçimin yer alması (örn., uzam görevlerinde okuma ve dinleme uzamı) da olabilir (Conway ve ark., 2005). Daha önce de belirtildiği üzere, çift görev paradigmasına dayandığından uzam görevleri ÇB'nin mantığına diğer ölçümlerden daha uygundur ve bu görevlerle ölçülen ÇB akademik becerileri diğer ölçümlerden daha iyi yordamaktadır (Daneman ve Carpenter, 1980). Dolayısıyla değerlendirmede uzam görevlerine yönelmek ve çeşitli uzam görevlerini birlikte kullanmak, uygulamacıya hem kapasiteye ilişkin daha sağlıklı veri oluşturmada hem de ÇB bileşenlerinin bireydeki görünümünü anlamada yardımcı olabilir. Cümle, sözcük uzamı ya da harf, sayı dizisi görevleri fonolojik döngü bileşenini, ters sayı dizisi ise merkezi yönetici bileşenini belirleme potansiyeli taşımaktadır (Gathercole ve ark., 2004a).

**ÇB ile İlişkili Bilişsel Süreçlerin Değerlendirilmesi.** ÇB'nin akıcı zeka, KSB, yönetici işlevler ve dikkat ile ilişkileri yazının giriş kısmında ele alınmıştır. ÇB'ye ilişkin doğrudan bir ölçüm yapılamadığı durumlarda, adı geçen bilişsel süreçleri ölçen görev ve testlerden alınan puanları analiz etmek çocuğun ÇB kapasitesine ilişkin fikir verme olasılığı taşımaktadır. Uygulamacı, örneğin Raven Progresif Matrisler Testi ile çocuğun akıcı zeka düzeyini, WISC-R'in sayı dizisi alt testi ile KSB'sini, Wisconsin Kart Eşleme Testi (WKET) ile yönetici işlevlerini ve Stroop Testi ile dikkatini belirleyebilir (Karakas, 2008). Böylece çocuğun ÇB kapasitesi doğrudan belirlenemese de, ÇB'nin yakından ilişkili olduğu bilişsel süreçlere ilişkin test sonuçlarından yola çıkılarak yordamada bulunulabilir. Ancak gözden kaçırılmaması gereken nokta, diğer bilişsel süreçlerde sorun olmamasının mutlaka ÇB'de de sorun olmadığına ya da tersinden, diğer bilişsel süreçlerde sorun olmasının ÇB'de de sorun olduğuna işaret etmediğidir (Gathercole ve ark., 2008).

**Görevlerin Çocuğa Uygunluğunun Belirlenmesi.** ÇB'nin öğrenme yetersizliğine katkısı belirlenmeye çalışılırken kullanılan ölçümler çocuğun yaşına ve eğitim düzeyine uygun olmalıdır. Okuma-yazma becerisinin henüz edinilmediği okulöncesi dönemde, dinleme uzamı ve sahte sözcükler, sonrasında bunlara ek olarak uzam görevleri ve standart testler kullanılabilir (Gathercole ve Alloway, 2006). Örneğin, ilköğretim düzeyinde cümle uzamı görevi geliştirilirken fişlerden ve ders kitaplarında geçen cümlelerden yararlanılabi-

li. ÇB kapasitesinin yaşa bağlı olarak arttığı kesinleşmiş bir bulgudur (örn., Gathercole ve ark., 2004a). Dolayısıyla kullanılan görevin çocuğun yaşına uygun olmasına özellikle dikkat edilmelidir. Diğer bir nokta, öğrenme yetersizliği olan bireylerde okuma, yazma ve matematiksel alanda güçlük yaşanması ile ilgilidir. Dolayısıyla ÇB kapasitesi belirlenirken kullanılan görevin gerçekten çocuğun ÇB performansını mı yoksa akademik becerisini mi yansıttığı iyi belirlenmelidir. Hem öğrenme yetersizliği hem ÇB performansı duyuşal süreçlerdeki yoksunluktan ciddi biçimde etkilenebilir. Dolayısıyla psikolojik değerlendirme öncesinde işitme ve görme değerlendirmelerinin yapılması sağlanmalıdır (Gathercole ve Alloway, 2006). Örneğin işitme kaybında ÇB gelişimi gecikebileceğinden (Marschark ve Mayer, 1998), ÇB sorunlarının öğrenme yetersizliğiyle bağlantısı kurulurken daha dikkatli olunmalıdır.

**Kontrol Listeleri ve Ölçeklerin Kullanımı.** Çocukların ÇB özelliklerine ilişkin fikir veren kontrol listeleri ya da derecelendirme ölçekleri yoluyla öğretmenlerden bilgi almak, uzmanın tanıya yönelik değerlendirmesini güçlendirecektir (Alloway, 2006; Alloway ve ark., 2009a). Ulaşılabilen alanyazına bakıldığında ülkemizde şu an için çocuğun ÇB özelliklerine ilişkin yakınlarından bilgi sağlamaya dönük bir ölçeğin bulunmadığı görülmektedir. Ancak uygulamacı ÇB sorununun göstergesi sayılabilecek davranışların bir listesini oluşturup çocuğun öğretmeninden bilgi alma yoluna gidebilir. Bu tarz bir kontrol listesinde şu cümleler yer alabilir: "Derslerde sık sık dikkati dağılır." "Bir cümleyi yazarken bazı sözcükleri atlar." "Verilen yönergeyi sık sık unuttur." ve benzeri.

**Oyun Gözlemi.** Çocuk gözlemi ya da oyun terapisi sırasında basit ÇB görevlerini içeren oyunlar oynanabilir. Örneğin iki, dört, üç, beş top resmi bulunan oyun kartları çocukla sayıldıktan sonra kartlarda toplam kaç top olduğu sorularak bir tür sayma uzamı görevi oluşturulabilir. Böylece çocuğun ÇB kapasitesine ilişkin fikir sahibi olunabilir.

**Sorunun Değişime Direncinin İzlenmesi.** ÇB ve öğrenme yetersizliği zaman içinde ciddi bir değişim göstermemektedir. Dolayısıyla çocuğun girişimlere zaman içinde tepki vermemesi hem öğrenme yetersizliği hem ÇB sorunu için bir ipucu oluşturmaktadır (Geary, 2004). Çocukta bu tarz bir direnci saptamanın yollarından biri, ÇB'yi ve öğrenme yetersizliklerini belirlemeye yönelik test ve görevlerin belli zaman aralıklarıyla çocuğa uygulanması ve uygulama sonuçlarının önceki sonuçlarla karşılaştırılmasıdır.

### **ÇB Sorunu Olan Çocuklar için Eğitim Ortamlarında Neler Yapılabilir?**

**Genel Öneriler.** ÇB'nin akademik seyri kestirmede etkili bir değişken olduğu bildirilmektedir. İngilte-

re'de gerçekleştirilen bir çalışmada, matematik ve İngilizce başarısının ana yordayıcılarının uzun yıllar harfleri tanıma, heceleme, okuma ve sayma becerisi olduğuna inanıldığı anımsatılarak, bu becerilerin çevresel etkilere çok açık olduğu vurgulanmıştır (Gathercole, Pickering, Knight ve Stegman, 2004b). Buna dayanarak Gathercole ve arkadaşları, çevresel etmenlerden görece olarak daha az etkilenen ÇB görevlerini kullanarak 7 ( $n = 40$ ) ve 14 ( $n = 43$ ) yaş grubundaki çocukları değerlendirmiş ve bu ölçümleri Ulusal Müfredat Değerlendirme Sınavı (National Curriculum Assessment; Türkiye'deki Seviye Tespit Sınavı'nı andırmaktadır) sonuçları ile karşılaştırmışlardır. Sonuçlar, 7 yaşındaki çocuklarda ÇB ölçümleri ile İngilizce, matematik ve fen dersleri arasında çok yüksek bir ilişki bulunduğunu; 14 yaşındaki çocuklarda ise ÇB'nin yalnızca İngilizce puanları ile ilişki göstermediğini ortaya koymuştur. Ancak bu çalışma boyutsal olmadığından sonuçların gerçek bir kestirime olanak vermeyebileceği akılda tutulmalıdır. Bireyin öğrenmeye daha açık olduğu erken dönemde ÇB ile öğrenme ilişkisi daha yüksekken, ilerleyen yıllarda öğrenmenin deneyimlerle, dolayısıyla birikimli zeka ile daha ilişkili hale geleceği denencesini test etmek isteyen Alloway ve Alloway (2010), ilk ölçümün 5, ikinci ölçümün 11 yaşında alındığı altı yıllık bir izleme çalışmasında ( $N = 98$ ) zeka ve ÇB'nin akademik seyirdeki rolünü incelemiştir. Araştırma sonunda denencenin desteklenmediği; çocukların hem 5 hem 11 yaşındaki okuma-yazma ve sayısal becerilerinin en iyi yordayıcısının ÇB ölçümleri olduğu; zekanın ise akademik becerilerle ilişkisinin daha düşük bulunduğu belirlenmiştir. Kyllonen ve Christal (1990) ise, ÇB ölçümlerinin zeka testlerinden daha güçlü yordayıcı olduğunu iddia ederek, ÇB'nin merkezi yönetici bileşeninin üniversiteye giriş sınavları ve mesleki başarı ile ilişki gösterdiğini bildirmişlerdir. Kısaca bulgular, ÇB'nin akademik öğrenmeyi yordamada güçlü bir bilişsel süreç olduğunu göstermektedir.

Özetle, araştırmalar ÇB ölçümlerinin öğrenme becerilerini geleneksel zeka testlerinden daha iyi yordadığını ortaya koymuştur (örn., Alloway ve Alloway, 2010). Araştırma sonuçlarına dayanarak bu konudaki ilk adım, okulöncesi ve ilköğretim birinci sınıf öğrencilerinde ÇB sorunu olup olmadığının belirlenmesi olmalıdır. Kuşkusuz bu kolay bir iş değildir. Ancak uygulaması ve değerlendirmesi uzmanlık gerektirmeyen testler geliştirilerek (örn., WMTB-C; Pickering, 2006) ya da en azından öğretmenin değerlendirmesine dayalı ölçekler (örn., WMRS; Alloway ve ark., 2009a) kullanılarak bazı gelişmeler sağlanabilir. Bu tarz bir değerlendirme, öğrenme açısından risk altında olan çocukların daha dikkatli izlenmesine katkı sağlayabilir.

ÇB kapasitesinde sınırlılık gözlenen öğrencilere iki tür destek verilebileceği bildirilmektedir: (1) Doğru-

dan ÇB kapasitesine yönelik çalışmalar, (2) öğrenme becerilerini geliştirmeye yönelik çalışmalar. Son yıllarda birinci grupta yer alan çalışmalarda bir artış gözlenmektedir. Ön test-son test modeliyle gerçekleştirilen deneysel bir çalışmada ÇB sınırlılığı olan çocuklara iç tekrar, imgeleme ve anlamsal çağrışım stratejileri eğitimi verilerek, bu eğitimin çocukların ÇB kapasitelerini ve akademik performanslarını artırıp artırmadığı incelenmiştir. Sonuçta, yalnızca iç tekrara yönelik strateji eğitiminin sözel ÇB kapasitesinde ve okuma becerilerinde bir artışa yol açtığı, diğer stratejilerin herhangi bir fark yaratmadığı bildirilmiştir (Turley-Ames ve Whitfield, 2003). Bir başka çalışmada ise, 7 yaşındaki çocuklara ( $N = 234$ ) Bellek Güçlendirici adlı bir bilgisayar programı kullanılarak 6-8 hafta bellek geliştirme stratejileri öğretilmiştir. Bu öğretimin ÇB kapasitesinde, yönerge izleme ve zihinsel aritmetik becerilerinde artışa neden olduğu, ancak beş ay sonra yapılan izleme değerlendirmesinde standart testlerle ölçülen okuma ve aritmetik becerilerinde bir değişime yol açmadığı saptanmıştır (Clair-Thompson, Stevens, Hunt ve Bolter, 2010). Kısmen başarılı kabul edilse bile, bu çalışmaların kalıcılığı sağlamakta sorunları olduğu söylenebilir. Dolayısıyla bu tür strateji eğitimi çalışmalarında, doğası gereği öğrenmenin kalıcılığı üzerine yoğunlaşılmalıdır.

İkinci grupta yer alan araştırmacılar (örn., Gathercole ve Alloway, 2008), ÇB sınırlılıklarının çevresel müdahalelere fazla açık olmadığını, dolayısıyla verilecek eğitimin de doğrudan ÇB kapasitesine değil, öğrenme becerilerini geliştirmeye dönük olması gerektiğini vurgulamaktadırlar. Nasıl ki zihinsel yetersizliği olan çocukların eğitiminde amaç zeka düzeyini artırmak değilse, ÇB sınırlılığı olan çocukların da ÇB kapasitesini artırmaya çalışmak amaç olmamalıdır. Ancak çok erken tanı ve erken eğitimle ÇB sınırlılıkları kısmen giderilebilir (Alloway ve Gathercole, 2006; 2008; Gathercole ve Alloway, 2006). Bu öneriye karşın, yazarlar ÇB sorunu olan çocuklarda erken tanı ve erken müdahalenin nasıl yapılabileceği konusunda bir açıklama yapmamışlardır. Görsel-mekansal alan ve merkezi yöneticinin 4 yaş dolayında (Alloway ve Alloway, 2010), fonolojik döngünün ise 7 yaşından sonra tam olarak ölçülebildiği (Towse ve ark., 1998) bilinmektedir. Dolayısıyla, aslında çocukta bir bütün olarak ÇB kapasitesinde ya da ÇB'nin hangi bileşeninde sorun olduğunu çok erken yaşlarda saptamak olanaklı görünmemektedir. Bu durumda, ÇB sorunlarında kalımsal geçişin olabileceği gerçeğinden hareketle, risk altındaki çocukları belirlemenin bir yolu çocukla ilgili ayrıntılı aile öyküsü olarak olası bir ÇB sorununun olup olmadığını belirlemek olabilir. İkinci yol, ÇB ile zeka ve dikkat ilişkisinden yola çıkmak olabilir. ÇB'nin özellikle akıcı zeka ve dikkat ile yakından ilişkisi olduğu ileri sürülmektedir (örn., Unsworth ve Engle, 2007). Dolayısıyla, erken yaş-

larda uygulanan zeka testi sonuçlarının normal sınırların altında olması ya da çocuk gözlemi sonucunda belirgin bir dikkat sorunu saptanması halinde ÇB kapasitesi ya da işlevinde de bir sorun olabileceği akla getirilmelidir. Diğer bir yol çocuğun yaşına uygun bilişsel ve davranışsal gereklilikleri yerine getirip getirmediğinin belirlenmesi olabilir. Örneğin, 3 yaşına gelmiş bir çocuk işitme sorunu, otizm ya da nörolojik bir bozukluğu olmadığı halde konuşmıyorsa bu durum bir konuşma bozukluğu olarak değerlendirilecektir. Bu tarz bir konuşma sorununun ÇB ile bir bağlantısının olması muhtemeldir. Henüz tam olarak bilinmeyen nokta, ÇB sorunu yönünden erken tanılanan çocuğa nasıl bir müdahalede bulunulacağıdır. Bu konu şu an için araştırma-ya açık görünmektedir.

**Sınıf Ortamı için Öneriler.** ÇB sınırlılığı olan çocukların sınıf ortamında sık yaşadığı sorunlar şöyle sıralanabilir: Dikkat dağınıklığı, sınırlı dikkat kapasitesi, kendi yaptığı işleri izleme ve değerlendirmede sorun, sorunlara yeni çözümler üretme güçlüğü, yönergeleri unutma, karmaşık görevlerde etkinliğin sırasını karıştırma ve unutma, eşzamanlı depolama ve işleme gerektiren görevlerde başarısızlık. Bu sorunların tümü ÇB sınırlılığı ile ilişkilidir ve akademik öğrenmeyi olumsuz etkilemektedir (Alloway ve Gathercole, 2006, 2008; Alloway ve ark., 2009b; Aronen, Vuontela, Steenari, Salmi ve Carlson, 2005; Gathercole ve ark., 2008). Anılan sorunların azaltılması için sınıf içinde etkili olabilecek bazı uygulamalar şöyle sıralanabilir (Alloway ve Gathercole, 2006; 2008): (1) Kısa ve açık yönergeler kullanmak, yönergeyi çocuğun düzeyine uygun basamaklara bölmek, sık sık tekrar etmek ve çocuktan tekrar etmesini istemek, (2) cümleleri basitleştirmek, kısaltmak, yaygın ve bilindik sözcükleri cümlede kullanmak ve kurallı cümlelere yönelmek yoluyla işleme yükünün azaltılmasını sağlamak, (3) abaküs, duvar sayıları gibi bellek destekleyicileri kullanmak ve çocuğun da kullanmasını sağlamak, (4) çocukları unuttuklarını sormaları yönünde cesaretlendirmek, bellek yardımcılarını kullanmaları konusunda eğitmek, yanlış olsa bile yönergenin tüm adımlarını tamamlamalarını desteklemek, (5) konuyu yeteri kadar tekrar etmek ve ettirmek.

Henüz ÇB sorunu ya da öğrenme yetersizliği olan çocuklarla sınılanmamış olmakla birlikte, çocuklarda ÇB sorunlarını azaltmanın yollarından biri de Anders Ericsson'un ileri sürdüğü *planlanmış alıştırma* (deliberate practice) kavramının (Ericsson, 2008) yaşama geçirilmesi olabilir. ÇB ile USB arasında bağ kurmak yoluyla ÇB kapasitesini ve işlevini artırmanın yolu ise bireyin planlanmış alıştırma yapmasıdır. Planlanmış alıştırma dört koşulun karşılanması gerektirir: (1) Amacı iyi tanımlanmış bir görevin belirlenmesi, (2) gelişim için güdülenme, (3) geribildirim alma, (4) performansın birey tarafından izlenmesi ve değerlendirilmesi (van Gog,

Ericsson, Rikers ve Paas, 2005). Planlanmış alıştırma yöntemi ile sayı dizisi görevi kullanılarak sağlıklı yetişkinlerle gerçekleştirilen bir çalışmada, 50 saatlik bir alıştırma sonucunda katılımcıların tümü en az 20 sayıyı akılda tutabilmişlerdir. Ayrıca katılımcıların iksi ek bazı alıştırmalarla sayı dizisi kapasitelerini 80'e çıkarabilmişlerdir. Başlangıçta basit tekrarlama ve gruplama stratejileri kullanan katılımcılar, zaman içinde USB kaynaklarını kullanmaya başlamışlardır. Örneğin, 214 sayısını kodlamada "21 yaşındayım ve 4. sınıftayım." tarzında tümüyle USB kullanımını gerektiren kodlama stratejilerine yönelinmiştir (Ericsson ve Delaney, 1999). Ericsson'a (2008) göre, planlanmış alıştırma yalnızca ÇB kapasite ve işlevini artırmada değil, bireyin herhangi bir konudaki becerisinin uzmanlık derecesine (expert performance) çıkartılmasında da oldukça etkili bir yöntemdir. Planlanmış alıştırma yöntemini ÇB sınırlılığı ve öğrenme yetersizliği olan çocuklar alanına aktarmayı, bu çocukların hem ÇB kapasite ve işlevlerinin hem de ÇB sorunlarına bağlı akademik becerilerinin geliştirilmesinde denenebilir bir yol olarak düşünmek olanaklıdır.

## Sonuç

Görünen o ki, ÇB ile akademik öğrenme arasında güçlü bir ilişki olduğu gerçeği artık tartışılmamaktadır. ÇB hem normal gelişim gösteren hem öğrenme yetersizliği olan çocuklarda akademik seyrin önemli bir yordayıcısıdır. Şu an için önemli belirsizlik, ÇB sınırlılıklarının mı öğrenme yetersizliklerine, öğrenme yetersizliklerinin mi ÇB sınırlılığına yol açtığının tam olarak bilinmemesidir. Her ne kadar Gathercole ve Alloway (2008), öğrenme yetersizliklerinin zaman içinde giderilebileceği, ÇB sınırlılıklarının ise daha kalıcı sorunlar olduğunu bildirerek neden konumuna ÇB sınırlılıklarını yerleştirmeye çalışsalar da bu ilişkinin yönünün netleşmesi daha fazla zaman ve araştırma gerektirmektedir.

Daha önce de vurgulandığı üzere, bir kuramın güçlü ya da zayıf olmasının önemli ölçütlerinden biri, uygulamaya aktarılabilirliği ve sorunların çözümüne katkı sağlama derecesidir. Bu çerçevede Baddeley'in (1986) ÇB modeli giderek gücünü artırmaktadır. Yazarın umudu, ÇB ile ilgili bilgilerin ülkemizdeki psikiyatri ve eğitim uygulamalarında etkin kullanılmasıdır.

Batı ülkelerinde, örneğin Almanya'da bir tanı grubu olarak öğrenme yetersizliği olan çocuklara özgül özel eğitim programları kullanılmaktadır. Ülkemizde ise özel eğitim programlarının daha çok duyuşsal ve zihinsel sorunlardan kaynaklanan öğrenme sorunlarına yönelik düzenlendiği görülmektedir. Alloway ve Gathercole'un (2006; 2008) 'verilecek eğitimin doğrudan ÇB kapasitesine değil, öğrenme becerilerini geliş-

tirmeye yönelik olması gerektiği' görüşünün ve Anders Ericsson'un planlanmış alıştırma yaklaşımının uygulamaya geçirilerek, özel eğitim programlarının geliştirilmesi daha kalıcı değişim sağlayabilecek bir girişim olabilir. Ülkemizde uygulama alanındaki psikologların önemli bir kısmının özel eğitim ve rehabilitasyon alanında ya da okullarda çalıştığı bilinmektedir. Yukarıdaki açıklamalar doğrultusunda bu alanlarda çalışan psikologların ÇB ölçme araçları geliştirme, geliştirilmiş olanları uygulama ve yorumlama becerisi edinmesi, bu konudaki bilgilerini eğitimcilere aktarması, ÇB sınırlılığı olan çocukların saptanmasına ve eğitimine önemli katkılar sağlayabilir.

Henüz ülkemizde çocuklar için geliştirilmiş standart bir ÇB testi olmadığı düşünülürse, yukarıda adı geçen testlerin ya da benzerlerinin uyarlanması veya ülke kültürüne özgü testlerin geliştirilmesi ÇB sınırlılığı olan, dolayısıyla öğrenme yetersizliği açısından risk grubunda yer alan çocukların saptanmasına hizmet edebilir.

### Kaynaklar

- Ackerman, P. C., Beier, M. E. ve Boyle, M. O. (2005). Working memory and intelligence: Same or different constructs? *Psychological Bulletin*, 131, 30-60.
- Adams, A. M. ve Willis, C. (2001). Language processing and working memory: A developmental perspective. J. Andrade, (Ed.), *Working memory in perspective* içinde (79-100). Sussex: Psychology Press.
- Alloway, T. P. ve Alloway, R. G. (2010). Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. *Journal of Experimental Child Psychology*, 106, 20-29.
- Alloway, T. P. ve Gathercole, S. E. (2006). How does working memory work in the classroom? *Educational Research and Reviews*, 1(4), 134-139.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E. ve Pickering, S. (2006). Verbal and visuo-spatial short-term and working memory in children: Are they separable? *Child Development*, 77(6), 1698-1716.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Kirkwood, H. J. ve Elliot, J. (2009a). Working memory rating scale: A classroom-based behavioral assessment of working memory. *Learning and Individual Differences*, 19, 242-245.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Kirkwood, H. ve Elliot, J. (2009b). The cognitive and behavioral characteristics of children with low working memory. *Child Development*, 80(2), 606-621.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Willis, C. ve Adams, A. M. (2004). A structural analysis of working memory and related cognitive skills in young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87, 85-106.
- Alp, İ. E. ve Özdemir, B. Ö. (2007). Çocuklarda akıcı zekanın (Gf) bilgi işleme hızı, kısa süreli bellek ve çalışma belleği kapasitesi ile ilişkisi. *Türk Psikoloji Dergisi*, 22(60), 1-15.
- Andrade, J. (2001). The working memory model: Consensus, controversy, and future directions. J. Andrade, (Ed.), *Working memory in perspective* içinde (281-310). Sussex: Psychology Press.
- Archibald, L. M. D. ve Gathercole, S. E. (2006). Short-term and working memory in specific language impairment. *International Journal of Language and Communication Disorders*, 41(6), 675-693.
- Aronen, E. T., Vuontela, V., Steenari, M. R., Salmi, J. ve Carlson, S. (2005). Working memory, psychiatric symptoms, and academic performance at school. *Neurobiology of Learning and Memory*, 83, 33-42.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (2002). Is working memory still working? *European Psychologist*, 7(2), 85-97.
- Baddeley, A. D. (2003a). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews/Neuroscience*, 4, 829-839.
- Baddeley, A. D. (2003b). Working memory and language: An overview. *Journal of Communication Disorders*, 36, 189-2008.
- Baddeley, A. D. (2007). *Working memory, thought, and action*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A. ve Hitch, G. (2007). Working memory: Past, present... and future. N. Osaka, R. H. Logie ve M. D'Esposito, (Ed.), *The cognitive neuroscience of working memory* içinde (1-20). Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A., Gathercole, S. E. ve Papagno, C. (1998). Phonological loop as a language learning device. *Psychological Review*, 105(1), 158-173.
- Barbosa, T., Miranda, M. C., Santos, R. F. ve Bueno, O. F. A. (2009). Phonological working memory, phonological awareness, and language in literacy difficulties in Brazilian children. *Reading and Writing*, 22, 201-218.
- Bayliss, D. M., Jarrold, C., Baddeley, A. D. ve Leigh, E. (2005). Differential constraints on the working memory and reading abilities of individuals with learning difficulties and typically developing children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 92, 76-99.
- Berninger, V. W., Abbot, R. D., Swanson, H. L., Lovitt, D., Trivedi, P., Lin, S., Gould, L., Youngstrom, M., Shimada, S. ve Amtmann, D. (2010). Relationship of word- and sentence-level working memory to reading and writing in second, fourth, and sixth grade. *Language, Speech, and Hearing Sciences in Schools*, 41, 179-193.
- Bull, R. ve Epsy, K. A. (2006). Working memory, executive functioning, and children's mathematics. S. J. Pickering, (Ed.), *Working memory and education* içinde (93-123). London: Academic Press.
- Bull, R. ve Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, 19(3), 273-293.
- Cain, K. (2006). Children's reading comprehension: The role of working memory in normal and impaired development. S. J. Pickering, (Ed.), *Working memory and education* içinde (61-91). London: Academic Press.
- Clair-Thompson, H. L. ve Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: shifting, updating, inhibition, and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59(4), 745-759.
- Clair-Thompson, H. S., Stevens, R., Hunt, A. ve Bolder, E. (2010). Improving children's working memory and classroom performance. *Educational Psychology*, 30(2), 203-219.
- Conway, A. R. A., Kane, M. J., Bunting, M. F., Hambrick, D. Z., Wilhelm, O. ve Engle, R. W. (2005). Working memory span tasks: A methodological review and user's guide. *Psychonomic Bulletin and Review*, 12(5), 769-786.

- Cowan, N. (2005). *Working memory capacity*. New York: Psychology Press.
- Daneman, M. (1991). Working memory as a predictor of verbal fluency. *Journal of Psycholinguistic Research*, 20(6), 445-464.
- Daneman, M. ve Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19(4), 450-466.
- Daneman, M. ve Merikle, P. M. (1996). Working memory and language comprehension: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3(4), 422-433.
- Daneman, N. ve Hannon, B. (2007). What do working memory span tasks like reading span really measure? N. Osaka, R. H. Logie ve M. D'Esposito, (Ed.), *The cognitive neuroscience of working memory* içinde (21-42). Oxford: Oxford University Press.
- Davison, G. C. ve Neale, J. M. (2004). *Anormal psikolojisi (7. baskı)*. (Çev. Ed. İ. Dağ). Ankara: Türk Psikologlar Derneği Yayınları.
- de Jong, P. F. (2006). Understanding normal and impaired reading development: A working memory perspective. S. J. Pickering, (Ed.), *Working memory and education* içinde (33-60). London: Academic Press.
- Dehn, M. J. (2008). *Working memory and academic learning: Assessment and intervention*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Dikmeer, İ. A. ve Gençöz, T. (2009). Özgül öğrenme güçlüğü belirtileri olan çocukların Wisconsin Kart Eşleme Testi ve Wechsler Çocuklar İçin Zeka Ölçeği puanlarının incelenmesi. *Çocuk ve Gençlik Ruh sağlığı Dergisi*, 16(1), 3-12.
- Dollagan, C. (2008). *Diagnosis of specific language impairment*. Canada: Canadian Language & Literacy Research Network.
- Engel, M. J. E., Santos, F. H. ve Gathercole, S. E. (2008). Are working memory measures free of socioeconomic influence? *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 51, 1580-1587.
- Engle, R. W. (2002). Working memory capacity as executive attention. *Current Directions in Psychological Science*, 11(1), 19-23.
- Er, N. (1996). *Çalışma belleğinin yapısal ve işlemsel kapasitesinin faktör analitik ve deneysel çalışmalarla belirlenmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Psikoloji Anabilim Dalı, Ankara.
- Er, N. (1997). Çalışma belleğinin yapısal ve işlemsel kapasitesinin incelenmesi. *Türk Psikoloji Dergisi*, 12(39), 1-23.
- Er, N. (1999). Çalışma belleğinde görsel-mekansal kopyalama ve fonolojik döngü bileşenleri açısından kaynak dağılımı. *Türk Psikoloji Dergisi*, 14(43), 35-58.
- Ericsson, K. A. (2008). Deliberate practice and acquisition of expert performance: A general overview. *Academic Emergency Medicine*, 15(11), 988-994.
- Ericsson, K. A. ve Delaney, P. F. (1999). Long-term working memory as an alternative to capacity models of working memory in everyday skilled performance. A. Miyake ve P. Shah, (Ed.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* içinde (257-297). Cambridge: Cambridge University Press.
- Gathercole, S. E. ve Alloway, T. P. (2008). *Working memory and learning: A practical guide for teachers*. London: Sage Publications.
- Gathercole, S. E. ve Alloway, T. P. (2006). Practitioner review: short term and working memory impairments in neurodevelopmental disorders: Diagnosis and remedial support. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47(1), 4-15.
- Gathercole, S. E. ve Baddeley, A. D. (1990). Phonological memory deficits in language disordered children: Is there a causal connection? *Journal of Memory and Language*, 29, 336-360.
- Gathercole, S. E. ve Baddeley, A. D. (1993). *Working memory and language*. Hove: Psychology Press.
- Gathercole, S. E., Alloway, T. P., Kirkwood, H. J., Elliot, J. G., Holmes, J. ve Hilton, K. A. (2008). Attentional and executive function behaviours in children with poor working memory. *Learning and Individual Differences*, 18, 214-223.
- Gathercole, S. E., Alloway, T. P., Willis, C. ve Adams, A. M. (2006). Working memory in children with reading disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, 93, 265-281.
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B. ve Wearing, H. (2004a). The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology*, 40(2), 177-190.
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Knight, C. ve Stegman, Z. (2004b). Working memory skills and educational attainment: Evidence from national curriculum assessments at 7 and 14 years of age. *Applied Cognitive Psychology*, 18, 1-16.
- Geary, D. C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 37(1), 4-15.
- Girgin, Ü. (2006). Evaluation of Turkish hearing-impaired students' reading comprehension with the miscue analysis inventory. *International Journal of Special Education*, 21(3), 68-84.
- Goldman-Rakic, P. S. (1992). Working memory and the mind. *Scientific American*, 267, 110-117.
- Gunning, T. G. (2003). *Creating literacy instruction for all children (4. baskı)*. Boston: Allyn & Bacon.
- Hutton, U. M. Z. ve Towse, J. N. (2001). Short-term memory and working memory as indices of children's cognitive skills. *Memory*, 9(4/5/6), 383-394.
- Jarrold, C. (2001). Applying working memory model to the study of atypical development. J. Andrade, (Ed.), *Working memory in perspective* içinde (126-150). Sussex: Psychology Press.
- Jarrold, C. ve Bayliss, D. M. (2008). Variation in working memory due to typical and atypical development. A. R. A. Conway, C. Jarrold, M. J. Kane, A. Miyake ve J. N. Towse, (Ed.), *Variation in working memory* içinde (134-161). Oxford: Oxford University Press.
- Jerman, O. ve Swanson, H. L. (2005). Working memory and reading disabilities: A selective metaanalysis of the literature. T. Struggs ve M. Mastroperi, (Ed.), *Advances in learning and behavior disabilities* içinde (11-31). New York: Elsevier.
- Just, M. A. ve Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99(1), 122-149.
- Kane, M. J. ve Engle, R. W. (2000). Working memory capacity, proactive inference, and divided attention: Limits on long term memory retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26, 336-358.
- Kane, M. J. ve Engle, R. W. (2000). Working-memory capacity and the control of attention: The contributions of goal neglect, response competition, and task set to stroop interference. *Journal of Experimental Psychology: General*,



- 132(1), 47-70.
- Kane, M. J., Bleckley, M. K., Conway, A. R. A. ve Engle, R. W. (2001). A controlled-attention view of working memory capacity. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(2), 169-183.
- Kane, M. J., Conway, A. R. A. Hambrick, D. Z. ve Engle, R. W. (2008). Variation in working memory capacity as variation in executive attention and control. A. R. A. Conway, C. Jarrold, M. J. Kane, A. Miyake ve J. N. Towse, (Ed.), *Variation in working memory* içinde (21-48). Oxford: Oxford University Press.
- Karakaş, S. (2008). Kognitif nörobilimde açıklamalar: Kuram ve modeller. S. Karakaş, (Ed.), *Kognitif nörobilimler* içinde (3-32). İstanbul: MN Medikal ve Nobel Tıp Kitabevi.
- Karakaş, S. ve Karakaş, M. H. (2000). Yönetici işlevlerin ayrıştırılmasında multidisipliner yaklaşım: Bilişsel psikolojiden nöroradyolojiye. *Klinik Psikiyatri*, 3, 215-227.
- Kesikçi, H. ve Amado, S. (2005). Okuma güçlüğü olan çocukların fonolojik bellek, kısa süreli bellek ve WISC-R puanlarına ait bir inceleme. *Türk Psikoloji Dergisi*, 20(55), 99-110.
- Kyllonen, C. ve Christal, R. E. (1990). Reasoning ability is (little more than) working memory capacity. *Intelligence*, 14, 389-433.
- Logie, R. H. (1995). *Visuo-spatial working memory*. Hove: Lawrence Erlbaum Associates.
- Maehler, C. ve Schuchardt, K. (2009). Working memory functioning in children with learning disabilities: Does intelligence make difference? *Journal of Intellectual Disability Research*, 53(1), 3-10.
- Marschark, M. ve Mayer, T. S. (1998). Interactions of language and memory in deaf children and adults. *Scandinavian Journal of Psychology*, 39, 145-148.
- Masoura, E. V. (2006). Establishing the link between working memory function and learning disabilities. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal*, 4(2), 29-41.
- Miyake, A. ve Shah, P. (1999b). Toward unified theories of working memory. A. Miyake ve P. Shah, (Ed), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* içinde (442-481). Cambridge: Cambridge University Press.
- Miyake, A. ve Shah, P. (Ed.) (1999a). *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Montgomery, J. W. (2000). Verbal working memory in sentence comprehension in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 43, 293-308.
- Montgomery, J. W. (2003). Working memory and comprehension in children with specific language impairment: What we know so far. *Journal of Communication Disorders*, 36, 221-231.
- National Reading Panel. (2000). *Teaching children to read: An evidence-based assessment of the scientific research literature on reading and its implications for reading instruction*. Washington, DC: National Institute of Child Health and Human Development.
- Oberauer, K., Schulze, R., Wilhelm, O. ve Süß, H. (2005). Working memory and intelligence-their correlation and their relation: Comment on Ackerman, Beier, and Boyle (2005). *Psychological Bulletin*, 131(1), 61-65.
- Owens, R. (2008). *Language development: An introduction (7. baskı)*. Boston: Pearson/Allyn and Bacon.
- Ozonoff, S. ve Jensen, J. (1999). Brief report: specific executive function profiles in three neurodevelopmental disorders. *Journal of Autism and Neurodevelopmental Disorders*, 29(2), 171-177.
- Öztürk, A., Elmastaş, B. ve Tekok-Kılıç, A. (2009). Dikkat ve çalışma belleğine gelişimsel nöropsikolojik bakış. M. Irak, (Ed.), *Psikopatolojilerde bilgi işleme süreçleri: Kuramdan uygulamaya* içinde (65-90). Ankara: Hekimler Yayın Birliği.
- Padillo, F., Bojo, M. T. ve Macizo (2005). Articulatory suppression in language interpretation: Working memory capacity, dual tasking and world knowledge. *Bilingualism: Language and Cognition*, 8(3), 207-219.
- Passolunghi, M. C. (2006). Working memory and arithmetic learning disability. T. P. Alloway ve S. E. Gathercole, (Ed.), *Working memory and neurodevelopmental disorders* içinde (113-138). New York: Psychology Press.
- Pickering, S. (2006) (Ed.). *Working memory and education*. London: Elsevier Inc.
- Pickering, S. J. ve Gathercole, S. E. (2004). Distinctive working memory profiles in children with special educational needs. *Educational Psychology*, 24(3), 393-408.
- Schuchardt, K., Maehler, C. ve Hasselhorn, M. (2008). Working memory deficits in children with specific learning disorders. *Journal of Learning Disabilities*, 41(6), 514-523.
- Service, E. (1992). Phonology, working memory, and foreign language learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 45, 21-50.
- Solso, R. L., Maclin, K. M. ve Maclin, O. H. (2007). *Bilişsel psikoloji* (Çev. A. Ayçiçeği-Dinn). İstanbul: Kitabevi Yayınları.
- Soysal, A. Ş., Koçkar, A. İ., Erdoğan, E., Şenol, S. ve Gücüyenner, K. (2001). Öğrenme güçlüğü olan bir grup hastanın WISC-R profillerinin incelenmesi. *Klinik Psikiyatri*, 4, 225-231.
- Swanson, H. L. (2006). Working memory and reading disabilities: Both phonological and executive processing deficits are important. T. P. Alloway ve S. E. Gathercole, (Ed.), *Working memory and neurodevelopmental disorders* içinde (59-88). New York: Psychology Press.
- Swanson, H. L. ve Beebe-Frankenberger, M. (2004). The relationship between working memory and mathematical problem solving in children at risk and not at risk for serious math difficulties. *Journal of Educational Psychology*, 96, 471-491.
- Swanson, H. L., Zheng, X. ve Jerman, O. (2009). Working memory, short-term memory, and reading disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 42(3), 260-287.
- Towse, J. N. ve Hitch, G. J. (2008). Variation in working memory due to normal development. A. R. A. Conway, C. Jarrold, M. J. Kane, A. Miyake ve J. N. Towse, (Ed.), *Variation in working memory* içinde (109-131). Oxford: Oxford University Press.
- Towse, J. N., Hitch, G. J. ve Hutton, U. (1998). A reevaluation of working memory capacity in children. *Journal of Memory and Language*, 39, 195-217.
- Turgut, S., Erden, G. ve Karakaş, S. (2010). Özgül öğrenme güçlüğü (ÖÖG) dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu (DEHB) birlikteliği ve kontrol gruplarının ÖÖG bataryası ile belirlenen profilleri. *Çocuk ve Gençlik Ruh Sağlığı Dergisi*, 17(1), 13-25.
- Turley-Ames, K. J. ve Whitfield, M. M. (2003). Strategy training and working memory task performance. *Journal of Memory and Language*, 49(4), 446-468.
- Unsworth, N. ve Engle, R. W. (2007). On the division of short-term and working memory: An examination of simple

and complex span and their relation to higher order abilities. *Psychological Bulletin*, 133(6), 1038-1066.

van Gog, T., Ericsson, K. A., Rikers, R. M. J. P. ve Paas, F. (2005). Instructional design for advanced learners: Es-

tablishing the connections between the theoretical frameworks for cognitive load and deliberate practice. *Educational Technology Research & Development*, 53(3), 73-81.

## Summary

# Working Memory, Academic Learning, and Learning Disabilities in Children

Murat Doğan

Anadolu University

The purpose of this review is to establish the links between working memory (WM) and academic learning both in children with typical development and with learning disabilities.

### WM and Its Development in Children

#### What is WM?

WM has been one of the most influential concepts of cognitive psychology for the past 35 years (Dehn, 2008). Currently, there are more than 10 approaches to WM (Miyake & Shah, 1999a). Because the research on the links between WM and academic learning mostly depend on, this review gives a central place to the multi-component model of WM which was first proposed by Alan Baddeley and Graham Hitch in 1974, and later improved by Baddeley (1986). In this context, “the theoretical concept of WM assumes that a limited capacity system, which temporarily maintains and stores information, supports human thought processes by providing an interface between perception, long-term memory and action” (Baddeley, 2003a, p.829). Clearly, it is the cognitive ability of an individual to hold (store, maintain) and manipulate (process) information in the mind over limited periods of time. WM is in the centre of- and central to information processing (Andrade, 2001).

According to the Baddeley’s model, WM consists of four inter-linked components: central executive, visuo-spatial sketchpad, phonological loop, and episodic buffer which have been recently added to the model. In the current study, the last component is not in concern. The *central executive* is responsible for controlling attention and coordination of the flow of information through WM and is involved in higher-level mental processes. Central executive controls the functions of other components by supporting either processing or storage. Central executive is supplemented by visuo-spatial sketchpad and phonological loop, which are called slave systems. *Visuo-spatial sketchpad* processes and stores informa-

tion that can be presented in terms of visual and spatial structures, such as images, pictures, and locations. *Phonological loop* provides temporary storage for linguistic material. Storing a linguistic input is possible via sub-vocal rehearsal which is an active processing situation (Baddeley, 2003a; 2007; Logie, 1995).

#### Development of WM in Children

WM capacity tends to increase from early childhood to adolescence. A typical four-year-old child has two-item (i.e., 8-4) capacity for digit span-backward, while a fifteen-year-old adolescent approximately has 5 items capacity. On the side of verbal WM, children start to use rehearsal process, which is necessary for phonological loop, at about seven years of age. At about fifteen years of age, WM capacity reaches to adult levels (Gathercole, Pickering, Ambridge, & Wearing, 2004a). In the study by Gathercole et al., the developmental functions of the phonological loop, the central executive, and the visuo-spatial sketchpad were found to be very similar, indicating linear increases in performance from 4 years of age through to adolescence. The tripartite structure of WM model (consisting of the phonological loop, the visuo-spatial sketchpad, and the central executive) provided a good account of the interrelationships between measures of short-term memory before 7 years of age. But there is no evidence of consistent developmental changes in the relationships between the components before this age. Increases in WM capacity with age are related to improvements in efficiency of processing and attention demands (Hutton & Towse, 2001).

The level of interactions between the sub-components of WM is sensitive to chronological age of the children. All the subcomponents of WM are separable by the 7 years of age, approximately. It seems that the controlling function of the central executive on slave systems is being more effective parallel to child’s age (Gathercole et al., 2004a). It must be noted that despite above generalizations, WM capacity is open to individual differences.

### **The Role of WM in Academic Learning and Learning Disabilities**

One of the most important criteria for evaluating the strength of any theoretical concept is its applicability to real life problems. In this sense, the multi-component model was studied in various fields such as neurology, psychiatry, almost all branches of psychology, education, and daily life in general (Baddeley, 2007; Baddeley & Hitch, 2007). WM's relation to reasoning/fluid intelligence, executive functions, complex thought, problem-solving, language acquisition, language comprehension, vocabulary development, verbal fluency, translation skills, reading decoding, reading-comprehension, spelling, written expression, following instructions, note taking, mathematical skills, and science is well documented (Baddeley, 2003b; Conway et al., 2005; Daneman, 1991; Daneman & Merikle, 1996; Padilla, Bajo, & Macizo, 2005). The above listed skills are integral to academic learning and education. In recent years, there has been an extensive body of literature focusing on the links between WM and academic learning as well as learning disabilities (e.g., Alloway & Gathercole, 2006; Daneman & Carpenter, 1980; Dehn, 2008; Gathercole, Pickering, Knight, & Stegman, 2004b; Swanson, Zheng, & Jerman, 2009). Following section reviews the relationship between WM and basic academic skills regarding both normal progress and disability level.

#### ***Language / Specific Language Impairment (SLI)***

Language is not an academic skill in infancy and early childhood years. But during the school years it becomes an academic skill itself and supports other skills such as reading, writing, and mathematics. Language has five components, namely, phonology, morphology, syntax, semantics, and pragmatics (Owens, 2008). Among these, phonological loop subsystem of WM is strongly related to phonological development, especially to vocabulary acquisition of the native language in early years (Baddeley, 2003b; Baddeley, Gathercole, & Papagno, 1998). The study by Service (1992) showed that phonological WM measured by nonword repetition tasks is one of the best predictors of second language acquisition. As evidenced by repeated findings (e.g., Baddeley, 2003b; Daneman & Merikle, 1996; Gathercole & Baddeley, 1993), phonological loop is considered to be a strong predictor of phonological development and language comprehension not only for native language but also for second language acquisition.

SLI is diagnosed when a child fails to develop language normally despite having intact general cognitive abilities, and typical environmental opportunities to acquire language (Dollaghan, 2008). Many children with SLI demonstrate deficits in the areas of verbal WM and

language learning/processing (Montgomery, 2003). Although there is no satisfactory evidence indicating a direct causal relationship, SLI is mostly related to deficits of phonological loop and central executive (Pickering & Gathercole, 2004). According to Montgomery (2003), children with SLI may fail to coordinate processing and storage demands of WM. Therefore, WM deficits should be considered as a clinical marker for SLI.

#### ***Reading / Reading Difficulties (RD)***

Reading is a linguistic skill that the person constructs a meaning by integrating the textual information and his/her own knowledge (Gunning, 2003). As apparent in definition, reading is not only a decoding process but also a process involving comprehension. Reading process has three main steps: (a) Decoding words and understanding the meaning of individual words, (b) understanding the syntactic structure and meaning of the sentence, and (c) constructing a meaning by associating the information from words and sentences. All these steps require the use of WM, especially the central executive (Dehn, 2008). The primary predictor of reading is found to be phonological processing (National Reading Panel [NRP], 2000). But it is claimed that phonological loop also supports reading ability (Cain, 2006).

Processes related to WM and short term memory (STM) has been one of the most researched cognitive processes in children with RD for the past 30 years (Swanson, Zheng, & Jerman, 2009). According to NRP (2000), the primary cause of RD is phonological processing, not WM. Unfortunately this claim could not reply the question, "What about the type of RD without phonological processing deficits?" One factor contributing to holistic understanding of RD with and without phonological processing deficits is WM capacity with an emphasis on phonological loop (Dehn, 2008). So far, the investigations reviewed here have focused on the operation of the phonological loop component of WM, which has been linked to language-related activities. However, there is little evidence that other components might also be impaired in children with RD (Swanson et al., 2009). In short, WM has predictive relations to reading ability and RD in children which do not indicate causality.

#### ***Writing / Writing Difficulties (WD)***

Writing is a complex activity that requires the integration of several cognitive processes and memory components (Dehn, 2008). Interestingly, compared to oral language, reading and mathematics, there have been fewer scientific inquires into the relationship between WM and written language. Individuals with longer phonological spans write more complex sentences than those with shorter spans. Also, the correlation between

verbal WM span and written language increases as written language skills increase (Berninger et al., 2010). In a recent study comparing nonverbal IQ matched 7-8 years of age children with and without WD, found that children with WD exhibited poorer performance on WM, attention, executive function, and phonological awareness tasks (Barbosa, Miranda, Santos, & Bueno, 2009). Despite the limited research, there can be little doubt that written language depends heavily on WM consisting all components (Berninger et al., 2010).

### ***Mathematics / Mathematics Difficulties (MD)***

The storage and processing functions of WM have to be in process during any kind of mathematical problem solving. Because children need to focus on the problem and to retrieve the mathematical facts from long term memory (LTM), central executive component of WM has to control attention and inhibition of irrelevant information for successful problem solving (Geary, 2004). The correlation between measures of WM span and mathematical skills at 7-8 years of age children in primary school found to be .54 (Swanson & Beebe-Frankanberger, 2004). But this correlation seems to decrease by age. This might be because of children's discovery of new problem solving strategies (Bull & Epsy, 2006). In the early years of development, children tend to use visuo-spatial component. But in middle childhood and adolescence central executive becomes more effective in mathematical skills (Bull & Scerif, 2001).

Most of the school-age children with MD suffer from mathematical problem solving, which requires simultaneous use of processing and storage demands of WM (Geary, 2004). Confirming this, Schuchardt, Maehler & Hasselhorn (2008) compared 7 years of age children with and without MD, and found that children in MD group performed poorer than controls in measures of both central executive and visuo-spatial sketchpad. Compulsory to the strong relationship between WM and MD, Geary cautioned that other cognitive factors such as executive functions and strategy use also play a significant role in explaining mathematical skills and MD.

### **WM Assessment and Improving Educational Achievement in Children with WM Impairments: Some Suggestions**

#### ***Assessment of WM in Children***

1. According to the discrepancy approach, there must be a significant difference between IQ and expected academic achievement levels of children for diagnosis of learning disability. But there is no consensus on the magnitude of this discrepancy (Bull & Epsy, 2006). Because

WM is a strong predictor of learning disability, adding WM measures to standard IQ and achievement tests might be helpful in diagnosing learning disability.

2. WM measures were found to predict scholastic achievement better than IQ tests in children from primary education beginners to preadolescence (Alloway & Alloway, 2010; Gathercole et al., 2004b). Therefore, WM measures might be helpful for detecting, following and evaluating the academic progress of children at risk for learning disability.

3. Use of multiple measures of WM is effective in any case (Conway et al., 2005).

4. Resistance to intervention should be taken into account during WM and learning disability assessment (Geary, 2004).

5. Because children of very young age are not literate, WM measures such as listening span and nonword repetition should be used in addition to traditional simple span measures in early childhood. By the time literacy is acquired, other forms of measurements are available. Note that, span tasks (reading, listening, counting, and operation) and nonword repetition tasks are more sensitive to the logic of WM than the others (Conway et al., 2005).

6. Checklists or rating scales such as Working Memory Rating Scale (WMRS; Alloway, Gathercole, Kirkwood, & Elliot, 2009a) are less effortful ways of providing comprehensive information about WM capacity of children.

#### ***Improving Academic Achievement of Children with Low WM Capacity***

There are two major approaches for supporting children with WM impairments: (a) Directly enhancing the WM capacity (e.g., Turley-Ames & Whitfield, 2003), and (b) improving academic skills by reducing the WM capacity loads (Gathercole & Alloway, 2006). Although there are some positive findings related to the first approach, WM problems are thought to be core deficits of memory, so that direct intervention will not be efficient in enhancing the capacity. Therefore, it is better to use the second approach. The best way of applying the second method is educating the teachers about WM and load reduction of WM capacity. Reducing the processing loads of children with low WM capacity is possible via an efficient classroom management (Gathercole & Alloway, 2006).

To conclude, there seems no doubt that WM is closely related to academic progress both in children with typical development and with learning disabilities. This relationship is crucial for the assessment of WM and learning disability in children.