

Çalışma Belleğinin Yapısal ve İşlemsel Kapasitesinin İncelenmesi*

Nurhan Er**
Hacettepe Üniversitesi

Özet

Bu araştırmanın amacı, çalışma belleğinin yapısal ve işlemsel kapasitesinin değişik görev türleriyle incelenmesidir. Araştırma üç ayrı çalışmadan oluşmuştur. Bu çalışmalara 120 kız 120 erkek olmak üzere toplam 240 üniversite öğrencisi katılmıştır. Deneklerin 100'ü birinci çalışmaya (50 kız, 50 erkek), 60'ı (30 kız, 30 erkek) ikinci çalışmaya, 80'i ise üçüncü çalışmaya (40 kız, 40 erkek) katılmıştır. Birinci çalışmada, çalışma belleğiyle ilişkili yedi adet uzam görevinin faktör örüntüsü incelenmiştir. İkinci çalışmada, çalışma belleğinin yapısal ve işlemsel kapasitesi bir akıl yürütme görevi üzerinde iki değişik görev türüyle (mekansal-sayısal) birlikte ayrı ayrı belirlenmiştir. Üçüncü çalışmada ise ikinci çalışmada kullanılan akıl yürütme görevi üzerinde, cinsiyet (kız-erkek), görev türü (mekansal-sayısal), yapısal değişken sayısı (1,2,3) ve işlem sayısı (1,2,3) değişkenlerinin etkisi incelenmiştir. Bulgular çalışma belleği ile ilgili değişik görev türlerinde kullanılan malzemelerin özelliklerinin oldukça önemli olduğunu göstermiştir. Ayrıca karmaşık uzam görevlerinin çalışma belleğinin hem yapısal hem işlemsel kapasitesini, buna karşın basit uzam görevlerinin ise çalışma belleğinin sadece depolama kapasitesini yansıttığı bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler: Çalışma belleği, yapısal ve işlemsel kapasite, karmaşık uzam görevleri, basit uzam görevleri, akıl yürütme görevleri

Abstract

The purpose of this research was to examine the structural and operational capacities of working memory on different task types. The research consisted of three studies. A total of 240 university students (120 females and 120 males) participated in those studies. The first study involved 100 subjects (50 females, 50 males). There were 60 subjects (30 females, 30 males) in the second study, and 80 subjects (40 females, 40 males) in the last study. In the first study, it was examined the factor patterns of seven span tasks measuring working memory. In the second study, the effects of structural and operational capacities of working memory on a reasoning task were determined independently by two different tasks (spatial vs. numerical). In the last study, the effects of sex (female vs. male), types of task (spatial vs. numerical), the number of structural variables (1,2,3) and the number of process variables (1,2,3) upon the same reasoning task were investigated. Findings demonstrated that the characteristics of materials used in different task types were very important. It was also found that complex span tasks reflected both structural and operational capacities of working memory but simple span tasks demonstrated only structural capacity of working memory.

Keywords: Working memory, structural and operational capacities, complex span tasks, simple span tasks, reasoning tasks.

Çalışma belleği, çeşitli bilişsel yetenekler için gerekli bilgileri geçici olarak depolayan

ve bu bilgilere hızlı bir şekilde ulaşan, gerektiğinde depolama ve işleme faaliyetlerini kendi

* Bu makale yazarın Hacettepe Üniversitesinde yaptığı doktora tez çalışmasının bir özetidir
** Yazışma Adresi: Dr. Nurhan Er, Hacettepe Üniversitesi, Psikoloji Bölümü, Beytepe 06532 Ankara

içinde değiş-tokuş eden sınırlı kapasiteli bir işlemcidir (Haberlandt, 1994). Karmaşık bilişsel görevleri başarabilmek için insanların, zihinlerindeki bir çok bilgiye ulaşması ve aynı zamanda onları zihinlerinde tutabilmesi önemlidir. Örneğin bir metni okurken, yazarın metnin başında söylediği bilgileri hatırlamak; bunları, okunmakta olanlarla bütünleştirici bir şekilde değerlendirmek ve bunu yapabilmek için de bağlamsal bilgiye dikkat etmek gerekir. Benzer şekilde beş basamaklı iki sayıyı zihnimizden toplarken, sonucu hesaplayana kadar aradaki sayıları aklımızda tutmak durumundayız. Verilen örneklerdeki çalışma bağlamları, bilişsel bir görevi başarabilmek için diğer bilgilere ulaşmayı sağlayan çalışma belleğini ifade etmektedir (Ericsson ve Walter, 1995).

Çalışma belleği terimi ilk kez problem çözme bağlamında kullanılmıştır. İlk kullanıldığı şekliyle çalışma belleğinin, problem çözme planını ve problemin yapısının temsillerini içerdiği belirtilmiştir. Günümüzde ise, çalışma belleği terimi, bilişsel mimarinin değişik işleme ve eşleme faaliyetlerini içeren bileşenlerini ifade etmek için kullanılmaktadır (Logie, Gilhooly ve Wynn, 1994). Çalışma belleği, problem çözme, hesaplama, kavrama ve dilin kazanılması gibi bir çok bilişsel süreçten sorumlu biliş merkezidir. Bilişsel kaynağın yarışmacı süreçler arasında paylaşıldığı, depolama ve işleme süreçlerini birlikte gerçekleştiren ve bilişsel yetenekleri icra etmek için gerekli bilgiye hızlı bir şekilde ulaşan bu işlemci, kısa süreli bellekten (KSB) olduğu kadar bilgiyi aktif olarak tutması açısından uzun süreli bellekten (USB) de farklılık göstermektedir (Haberlandt, 1994).

Alandaki pek çok araştırma bulgusunun bütünleştirilmesiyle çeşitli çalışma belleği modelleri oluşturulmuştur. Bunların bir çoğunda çalışma belleği, alt bileşenlerden oluşan birleşik bir sistem, diğer bazılarında ise tek, birimsel bir sistem olarak ele alınmaktadır. Çalışma belleğinin bellek alt sistemlerinin uzmanlaş-

masıyla ortaya çıktığını savunan Baddeley'in (1986) modeline göre sistemde üç bileşen vardır. İlki, problem çözme, hesaplama ve diğer özel bileşenlerin faaliyetlerini bütünleştirmeye yönelik olduğu düşünülen merkezi yöneticidir (central executive). Bu merkezi yönetici kontrol sistemi iki aktif köle sistem tarafından desteklenmektedir. Bunlardan biri sözel bilginin geçici depolanması ve değişimlenmesiyle ilgili olan fonolojik döngüdür (phonological or articulatory loop). Görsel mekansal kopyalama (visuo-spatial sketchpad) olarak bilinen diğer bileşen ise, görsel ve yersel bilginin geçici olarak tutulması ve depolanmasına hizmet etmektedir. Sözü edilen alt sistemlerden gelen bilgilerin bütünleştirilmesi merkezi yönetici tarafından gerçekleştirilir. Merkezi yöneticinin bu faaliyetleri, Norman ve Shallice'nin Dikkat Modelindeki denetleyici sisteme benzemektedir (Morgalin, 1992).

Baddeley'in modelinde olduğu gibi Anderson'un (1983) bilişin mimarisi modelinde de çalışma belleğinin birleşik bir sistem olduğu düşünülmektedir. Bu modele göre çalışma belleği, geçici veya kalıcı olan sözel olarak ifade edilebilir bilgiye işaret etmektedir. Çalışma belleği ile sözel olarak ifade edilebilir bellek (declarative memory) arasında karşılıklı bir bilgi akışı vardır. Bilgi çalışma belleğinden aynı zamanda üretim belleğine (production memory) gider, ilgili eşleme ve işleme faaliyetlerinden sonra icra (execution) faaliyeti çalışma belleğine gelir. Buna göre, sözel olarak ifade edilebilir bellek ve üretim belleği çalışma belleği bileşenleridir (Benjafield, 1992). Modelde ayrıca çalışma belleğinin, bilişsel sistemimizin en aktif bölümü olduğu kabul edilir. Aktivasyon ise, ilişkili kavramlar arasında otomatik olarak harekete geçen sınırlı bir kaynak olarak tanımlanmaktadır. Belirli bir aktivasyon düzeyinin olduğu durumda bir kavram aktif hale gelip bilişsel süreçlere ulaşabilirse, kritik bir eşiğe ulaşmış demektir (Conway ve Engle, 1994). Bir kavramın aktif hale gelme düzeyi arttıkça, ona

ulaşılabilirlik düzeyi de artmaktadır. Artan bu aktif hale gelme düzeyi, bilişsel süreçler veya işlemler tarafından kavramın tanınmasına izin vermektedir. Daha sonra bu kavram, kritik eşiği geçerek çalışma belleğine ulaşmaktadır (Anderson, 1995).

Engle, Cantor ve Carullo (1992) tarafından geliştirilen genel kapasite modelinde ise, çalışma belleğinin, genel bir bilişsel faktörü yansıtan tek-birimsel bir kaynak olduğu düşünülmektedir. Engle ve arkadaşlarına (1992) göre, konuşma temelli (sözel veya sayısal) ve mekansal çalışma belleği görevlerinin altında ortak genel bir kapasite vardır. Genel kapasite modelinde de Anderson'un bilişsel mimari modelinde olduğu gibi, çalışma belleğinde, belirli bir kritik eşiğin üzerinde aktif hale gelmiş bilgilerin bulunduğu varsayılmaktadır. Dolayısıyla model, çalışma belleğinin, uzun süreli sözel olarak ifade edilebilir belleğin, aktif hale gelmiş bölümü olduğunu kabul etmektedir (Cantor ve Engle, 1993; Engle, Nations ve Cantor, 1990). Çalışma belleğini ya çok bileşenli ya da birimsel bir sistem olarak kabul etse de tüm modellerde, bu bellek türünün, bilginin depolanması ve aynı zamanda işlenmesi faaliyetlerini içerdiği kabul edilmektedir. Nitekim günümüzde en yaygın olan çalışma belleği tanımlarında; dil, öğrenme, kavrama ve muhakeme gibi bilişsel görevler sırasında bilginin geçici olarak depolanması, değişimlenmesi ve işlenmesi süreçlerinin birlikte yer aldığı kabul edilmektedir (Baddeley, 1990; Benjafield, 1992; Cantor, Engle ve Hamilton, 1991; Conway ve Engle, 1994; Kimberg ve Farah, 1993; Morgalin, 1992; Salthouse, Mitchell, Skovronek ve Babcock, 1989). Dolayısıyla çalışma belleği, depolama faaliyetlerinde olduğu kadar işleme faaliyetleri açısından da oldukça önemlidir.

Nöroanatomik bağlantıları nedeniyle beyinde bir yapı olarak ele alınan ve bilgi işleme sürecinde sadece depolama özelliği ile araştırmalara konu olan çalışma belleğinin, son za-

manlarda, depolamaya yönelik yapısal yönüne ilave olarak işlemeye yönelik hesapsal bir boyutu olduğu da belirtilmektedir (Daneman ve Carpenter, 1980; 1983; Haberlandt, 1994; Salthouse ve ark., 1989, Turner ve Engle, 1989). Buna göre çalışma belleğinin kısıtlı oluşuna yol açan en önemli faktörlerden biri de kaynağın, depolama ve işleme faaliyetleri arasında paylaşılması olarak görülmektedir. Bilginin işlenmesi için daha büyük çabanın gerekli olduğu durumda, ürünlerin depolanabilmesi için daha az kapasite kalmaktadır (Engle, Cantor ve Carullo, 1992). Çoğunlukla depolama ve işleme arasındaki kaynak bölüşümünden kaynaklanan çalışma belleği sınırlılıklarının; muhakeme görevlerinde (Gilhooly, Logie, Wetherick ve Wynn, 1993; Salthouse, Babcock, Mitchell, Palmon ve Skovronek, 1990), problem çözmede (Salthouse ve ark., 1989; Sokol, McCloskey, Cohen ve Alimnosa, 1991) kavramada (Daneman ve Carpenter, 1980; 1983; Just ve Carpenter, 1992), hesaplama ve sayma işlemlerinde (Campbell, 1994; Campbell ve Graham, 1985; Logie, Gilhooly ve Wynn, 1994), dilin işlenmesi ve kullanımında (Engle ve ark., 1990; Martin, Sheldon ve Yaffee, 1994) ve okuduğunu anlama yeteneğinde (Engle ve ark., 1992) kısıtlılık oluşturduğu gösterilmiştir.

Çalışma belleğini değerlendirmek için seçilen görevin özelliği kritik bir öneme sahiptir. Görev, belirli bir bilgi işlenirken daha önce işlenmiş başka bir bilginin belirli bir süre kalımını sağlamaya uygun olmalıdır (Turner ve Engle, 1989). Depolama ve işleme faaliyetlerini içeren çalışma belleğinin, bu iki yönünü birlikte gösterebilmek için sıklıkla kullanılan görevlerin başında uzam görevleri (span tasks) ve mantıksal muhakemeyi içeren akıl yürütme görevleri (syllogistic reasoning tasks) gelmektedir (Engle ve ark., 1992; Logie ve ark., 1994; Turner ve Engle, 1989; Salthouse ve ark., 1990; Salthouse ve ark., 1991). Ayrıca çalışma belleğinin işleyişini göstermek için kart sıralamaya dayalı bazı testlerin kullanıldığı da görül-

mektedir (Baddeley, 1986). Bu testlerden biri, frontal lob fonksiyonlarına duyarlı olduğu belirtilen (Braff ve ark., 1990) ve soyut akıl yürütme yeteneğini ölçen (Perrine, 1993) Wisconsin Kart Eşleme Testidir (Wisconsin Card Sorting Test: WCST). Çalışma belleğinin hangi beyin yapılarıyla ilişkili olduğunu belirlemeye yönelik araştırmalarda üzerinde en çok durulan yapılardan biri de prefrontal kortektir (Frackowiak, 1994; Goldman-Rakic, 1992; Kimberg ve Farah, 1993). Dolayısıyla hem WCST'nin duyarlı olduğu hem de çalışma belleğinin ilgili olduğu beyin yapılarına ilişkin bilgiler, frontal lob üzerinde durmaktadır. Ancak WCST'nin çalışma belleği ile ilişkisini doğrudan gösteren bir araştırmaya rastlanılmamıştır.

Çalışma belleği araştırmalarında sıklıkla kullanılan değişik uzam görevleri, depolamaya ya da işlemeye verilen ağırlık açısından değişebilmekte bazen de bu görevler sadece depolamaya yönelik olabilmektedir. Çalışma belleğinin test edilmesine yönelik bu farklı görev türleri aynı özelliği mi ölçmektedir? Ya da aynı görev türü için kullanılan malzemelerin içeriği, kolaylık ya da zorluğunun değişmesi çalışma belleğinin yapısal ve işlemsel bölümlerini belirleyebilmek açısından farklılık göstermekte midir? İlgili araştırmalar incelendiğinde, depolama ve işleme faaliyetleri nedeniyle görevin özelliğine duyarlı olan çalışma belleğinin incelenmesinde kullanılan görevlerin, standartlaşmış birer paradigma niteliğinde olmadıkları görülmektedir. Logie ve arkadaşlarının (1994) de belirttiği gibi, çalışma belleğinin, bir çok bilişsel süreçle ilişkisini göstermeye yönelik çok sayıda araştırma bulunmasına karşın kendisinin doğasını belirlemeye yönelik araştırmaların sayısı çok fazla değildir. Bu konudaki yetersizlikler dikkate alınarak araştırmada, çalışma belleğinin doğasının görgül olarak incelenbilmesi hedeflenmiştir. Bu temel hedef doğrultusunda üç ayrı çalışma yapılmıştır. Birinci çalışmada, çalışma belleğinin yapısal-işlemsel bölümüne karşılık gelen ve genel kapasite ölçümü için kullanılan

karmaşık uzam görevleri ile sadece yapısal bileşene karşılık gelen basit uzam görevlerinin faktör yapısını belirleyebilmek ve basit uzam görevlerinin karmaşık uzam görevlerinin her birini ne kadar yordayabildiğini görebilmek amaçlanmıştır. İkincil bir amaç olarak da, WCST ile çalışma belleği görevleri arasındaki ilişkilerin incelenmesine karar verilmiştir. İkinci çalışmada, çalışma belleğinin yapısal ve işlemsel kapasitesinin, mekansal ve sayısal görev koşulunda birbirinden bağımsız olarak belirlenmesi hedeflenmiştir. Yine ikincil bir amaç olarak, WCST ile yapısal ve işlemsel kapasite miktarları arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Üçüncü çalışmada ise yapısal ve işlemsel kapasitenin her ikisindeki yük artışını, görev türü ve cinsiyet değişkenleriyle birlikte görebilmek amaçlanmıştır.

I. Çalışma

Yöntem

Örneklem. Araştırmaya, H.Ü. Beytepe Kampüsündeki çeşitli bölümlerde okuyan 50 kız, 50 erkek olmak üzere toplam 100 gönüllü denek katılmıştır. Deneklerin yaş ortalaması 22.08, ranjı, 18-25 ve standart sapması ise 3.42'dir.

Veri toplama araçları. Araştırmada, çalışma belleğinin yapısal ve işlemsel bileşenine karşılık gelen, La Pointe ve Engle (1990) tarafından karmaşık uzam görevleri (complex span tasks) olarak adlandırılan; hesapsal uzam, okuma uzamı, cümle sayı uzamı, işlem kelime uzamı, işlem sayı uzamı ile çalışma belleğinin yapısal bileşenine karşılık geldiği düşünülen basit uzam görevleri olan; sayı dizisi uzamı ve kelime uzamı olmak üzere toplam yedi adet çalışma belleği görevi kullanılmıştır. Ayrıca soyut akıl yürütme yeteneğini değerlendirmek üzere Berg'in (1948) geliştirdiği, Heaton (1981) tarafından uyarlanması yapılan ve Karakaş ve Başar (1993) tarafından standardizasyon çalış-

ması yapılmakta olan Wisconsin Kart Eşleme Testi kullanılmıştır. Karmaşık uzam görevleri, aynı paradigma içinde depolama ve işleme bileşenlerine karşılık gelen iki görevin birleştirilmesini içermektedir. Birincil görev, depolamaya karşılık gelmekte ve hatırlamayı gerektirmektedir. Ardalan görevi olarak adlandırılan bileşen ise, hatırlanması gereken bilginin depolanması sırasında paralel olarak başka bir bilginin işlenmesini sağlamaktadır. Diğer bir deyişle karmaşık uzam görevlerindeki birincil görev, çalışma belleğinin yapısal bileşenine, ardalan görevi ise çalışma belleğinin işlemsel bileşenine karşılık gelmektedir. Buna karşın basit uzam görevleri, temelde kısa süreli bellek kapasitesini ölçmeye yönelik olan ve çalışma belleğinin depolama bileşenine karşılık geldiği düşünülen görevlerdir (La Pointe ve Engle, 1990; Salthouse ve ark., 1989). Bu görevler, karmaşık uzam görevlerinden farklı olarak ardalan görevini içermemekte, sadece depolama ve hatırlama görevlerinden oluşmaktadır.

Araştırmadaki uzam görevlerinden kelime uzamı, okuma uzamı ve işlem kelime uzamının hazırlanabilmesi için kelimelerin, günlük yaşamda sıklıkla kullanılan basit somut kelimeler olmaları ölçütü dikkate alınmıştır. Ancak Türk Dilinde kelimelerin kullanım sıklığını içeren kapsamlı bir çalışmanın bulunmaması nedeniyle, belirtilen kelimelerin oluşturulabilmesi için bir ön çalışma yapılmıştır. Bu ön çalışma Hacettepe Üniversitesi Beytepe Kampüsünde yer alan çeşitli bölümlerde okuyan 2800 öğrenci (1356 kız ve 1444 erkek) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Denekler A'dan Z'ye kadar harflerin yazılı olduğu standart formlara, ilgili harflerin karşısına her harf ile başlayan ve akıllarına gelen ilk somut kelimeyi yazmışlardır. Elde edilen kelimeler üzerinden yapılan frekans sayımıyla, kelimelerin kullanım sıklığı belirlenmiştir. Frekans sayımı sonucu belirlenen en yüksek kullanım sıklığına sahip 1 ve 2 heceli kelimeler, araştırmanın birinci aşamasındaki kelime uzamı, okuma uzamı ve işlem

kelime uzamı görevleri için kullanılmıştır. Belirtilen üç uzam ölçümünün her birinde kullanılmak üzere, her iki deneme için 42'şer olmak üzere 84 (42 x 2); toplam 252 (84 x 3) adet somut kelime seçilmiştir.

İkinci bir ön çalışmayla, okuma uzamının I. ve II. denemesi için hazırlanan kelime listeleri, birbirlerini çağrıştırma potansiyelleri açısından değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme üniversite öğrencilerinden oluşan 20 kişilik yargıcı grubu tarafından yapılmıştır. Yargıcılar, aynı dizi içinde yer alma durumlarına bağlı olarak çiftler halinde verilen kelime listelerinde, kelime çiftlerinden, ilkinin ikincisini çağrıştırıp çağrıştırmadığına karar vermişlerdir. Yapılan bu ön çalışma sonucu, birbirini çağrıştıran kelimeler, aynı dizi içinde arka arkaya yer almayacak şekilde yeniden düzenlenmiştir.

Cümle sayı uzamı ve cümle kelime uzamı görevlerindeki cümlelerin hazırlanabilmesine yönelik olarak üçüncü bir ön çalışma daha yapılmıştır. Bu çalışmada 1990-1995 yıllarında kullanılan ÖSS ve ÖYS Sınav Kitapçıkları incelenerek 6 kelime içeren 300 adet cümle belirlenmiştir. Bu kelimeler, Türk Dili Edebiyatı Bölümünden 10 yargıcıya verilmiştir. Belirlenen cümleler yargıcılar tarafından içerdikleri kelimelerin her birinin uzunluğu, cümlelerin anlamının doğru ya da yanlışlığı (örn., "Karadenizde hiç bir mevsim yağışlı geçmez"), emir veya komut (örn., "Her gece yatmadan önce dişlerini fırçala") ya da özdeyiş niteliğinde (örn., "Hayatta en hakiki mürşit ilimdir fendir") olup olmamaları gibi özellikleri açısından değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler sonucu 168'e indirilen cümleler, içerdikleri kelimelerin harf uzunlukları açısından benzer olup, ifade ettikleri anlam açısından farklılık göstermektedir. Belirlenen 168 cümleden 84 tanesi okuma uzamı için, diğer 84 tanesi ise cümle sayı uzamı için seçkisiz olarak iki bölüme ayrılmış ve yine her bölüm içinde seçkisiz olarak okuma uzamı ve

cümle sayı uzamının her iki denemesinde (42 x 2) kullanılmıştır. Şekil 1'de araştırmada kullanılan tüm uzam görevlerine ilişkin birer uygulama örnekleri verilmiştir. Şekil 1'dekine benzer

uygulamalardan oluşan dizilerin deneklere sunulmuş şekli, f, g, h ve ı maddelerinde açıklanmıştır.

Karmaşık Uzam Görevleri

Okuma Uzamı

Hastayı rahatsız etmemek için odasına girmedik

Cümle Sayı Uzamı

Gelişmenin en açık göstergesi geçmişi korumaktır

Hesapsal Uzam

1 x 5 - 3 =

İşlem Sayı Uzamı

8 / 4 + = 6

İşlem Kelime Uzamı

2 x 9 - 8 =

Basit Uzam Görevleri

Kelime Uzamı

balık lamba gül gemi bal okul iğne

Sayı Dizisi Uzamı

4 1 6 9 2 5 3

Şekil 1. Araştırmada kullanılan uzam görevlerine ilişkin örnekler.

Birinci araştırma için gerekli görevlerin oluşturulabilmesine yönelik ön çalışmalar tamamlandıktan sonra, WCST dışındaki tüm malzemelerin bilgisayar programları hazırlanmış ve araştırma ile ilgili işlemlere geçilmiştir. Bilgisayar programının hazırlanmasında kullanılan sınırlamalar, araştırmanın yöntemi açısından önemli olup bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir:

a) Birinci aşamada kullanılan yedi farklı uzam görevinin sırası seçkisiz hale getirilmiştir.

b) Birinci aşamadaki hesapsal uzam, işlem sayı uzamı ve işlem kelime uzamı görevlerinin ardalan niteliğindeki bölümü iki bileşenden oluşmaktadır. Birinci bileşenin çarpma veya

bölme, ikinci bileşenin toplama veya çıkarmayı içermesi her deneme için seçkisiz hale getirilmiştir.

c) Hesapsal uzam, işlem sayı uzamı ve işlem kelime uzamı görevlerindeki matematiksel işlemlerin yarısının doğru, diğer yarısının yanlış olması sağlanmıştır. Yanlış ya da doğru olan matematiksel işlemlerin sırası belirtilen görevler içinde seçkisizleştirilmiştir.

d) Hesapsal uzam, işlem sayı uzamı ve işlem kelime uzamı görevlerinin birinci bileşeni için 1'den 9'a kadar olan sayılar kullanılmıştır. Bu sayıların birbirine bölünmesi veya birbiriyle çarpılması durumunda ekranda görünen sonuç, hiç bir zaman iki basamaklı veya ondalık

bir sayı olmamıştır. Matematiksel olarak işlemin doğru sonucunun iki basamaklı veya ondalık bir sayı olması durumunda ise, ekranda görünen sonuç, yine tek basamaklı bir sayıdır. Bu durum "c" maddesinde belirtilen yanlış cevap kapsamına girmektedir.

e) Hesapsal uzam, işlem sayı uzamı ve işlem kelime uzamı görevlerinin ikinci bileşeni için de yine 1'den 9'a kadar olan sayılar kullanılmıştır. Ancak ikinci bileşende toplanan veya çıkarılan sayının matematiksel işlemin sonucunu negatif (-) hale getirmemesi sağlanmıştır.

f) Birinci aşamadaki karmaşık uzam görevlerinin tümünün içerdiği birimler arasındaki süre 1'er saniyedir ve her birim 1'er sn hızla gelip tüm birimler tamamlanana kadar ekranda kalmıştır.

g) Birinci aşamadaki basit uzam görevlerinin içerdiği tüm birimlerin arasındaki süre 1'er saniyedir her birim 1'er sn hızla gelip sadece bir sonraki birim gelene kadar yani 1 sn ekranda kalmışlardır.

h) Birinci aşamadaki tüm görevler, 3 basamaklı dizi ile başlayıp 9 basamağa kadar birer birer artan her bir dizi için 2'şer denemeden oluşmaktadır. Birinci denemenin doğru olup olmamasına bakılmaksızın bu denemeyi, aynı basamaklı ikinci deneme izlemiştir.

i) Program, deneklerin reaksiyon zamanlarını kaydedecek şekilde hazırlanmıştır. İlgili görevlere ilişkin sunumun hemen ardından ekranda cevap kutucuğunun görünmesinden denneğin cevabını söyleyene kadar; klavyedeki ilgili kelimenin ilk harfine ait tuşa ya da ilgili sayı tuşuna basana kadar geçen zaman saniye olarak tutulmuştur. Her denek, uygulama bittikten sonra katıldığı aşamadan aldığı puanlarını ve kaydedilen sürelerini ekranda görmüştür.

Deney deseni ve işlem. Araştırmada, beş adet karmaşık uzam görevi (hesapsal uzam, okuma uzamı, cümle sayı uzamı, işlem kelime

uzamı, işlem sayı uzamı) ile çalışma belleğinin sadece yapısal bileşenine karşılık geldiği düşünülen iki adet basit uzam görevi (sayı dizisi uzamı ve kelime uzamı) olmak üzere toplam yedi adet paradigmanın faktör yapısını belirleyebilmek için denekler, tüm görevleri yukarıda 'a' maddesinde belirtildiği şekliyle tamamlamışlardır.

Araştırmaya ilişkin uygulamalar bireysel olarak sessiz bir odada gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar, ekranda yönergenin görünmesiyle başlamıştır. Yönergeyi, denneğin yapması gereken göreve ilişkin örnek bir gösterim (demo) izlemiştir. Program denneğin istediği kadar örnek çözmesine izin verecek hale getirilmiştir. Denek yeteri kadar örnek çözdükten sonra ekrana Bilgi Toplama Formu gelmiştir. Bu formun doldurulmasından sonra uygulamalar başlatılmıştır.

Tüm uzam görevleri için deneklere ikişer deneme verilmiştir. Her deneme 3 basamaktan başlayıp 9 basamağa kadar birer birer artan dizilerden oluşmuştur. Denek aynı basamaktaki iki dizinin herhangi birinde başarılı olduğu takdirde, önceki diziden bir basamak daha uzun olan diğer diziye geçilmiştir. 5 adet karmaşık ve 2 adet basit uzam görevinin her biri için oluşturulan diziler, ikinci denemeleriyle birlikte toplam 84 (42 x 2)'er uygulamadan oluşmaktadır.

Karmaşık uzam görevlerinde, deneklerden ekranda görünen her şeyi (kelime grupları, sayıları ve matematiksel sembolleri) ekranda görünme hızlarına uygun biçimde sesli olarak okumaları ve sadece kutu içinde görünen kelime ya da sayıları sırasıyla akıllarında tutmaları istenmiştir. Daha sonra her dizinin sonunda cevap istendiğinde, denekler, sadece kutu içinde görünen kelime ya da sayıları sırasıyla söylemişlerdir. Basit uzam görevlerinde ise, deneklerden, ekranda görünen kelime ya da sayıları ekranda görünme hızlarına uygun biçimde sesli olarak okumaları ve okudukları kelime ya da sayıları yine sırasıyla akıllarında tutmaları

istenmiştir. Daha sonra her dizinin sonunda cevap istendiğinde, denekler, kelime ya da sayıları sırasıyla söylemişlerdir.

Araştırmaya ilişkin uygulamalar her denek için yaklaşık 70 dakika sürmüştür. Bu aşamaya katılan bütün deneklere birinci aşama bittikten 10 dakika sonra WCST uygulanmıştır. Bu test de her denek için yaklaşık 15 dakika sürmüştür.

II. Çalışma

Yöntem

Örneklem. İkinci araştırma, birinci araştırmaya katılmamış olan yine H.Ü. Beytepe Kampüsündeki çeşitli bölümlerde okuyan 30 kız, 30 erkek olmak üzere toplam 60 gönüllü denekle gerçekleştirilmiştir. Deneklerin yaş ortalaması 21.63, ranjı, 18-23 ve standart sapması ise 2.85'dir.

Veri toplama araçları. Birinci çalışmada, çalışma belleğinin genel kapasitesi uzam ölçümleriyle incelenirken ikinci çalışmada çalışma belleğinin yapısal ve işlemsel kapasitenin ayrı ayrı incelenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla Salthouse, Babcock ve Shaw'ın (1991) geliştirdikleri bilgisayar programı niteliğinde olan akıl yürütme görevinin bir benzeri ile ilk çalışmada olduğu gibi WCST kullanılmıştır. Akıl yürütme görevine ilişkin hazırlanan program aracılığıyla, mekansal ve sayısal olmak üzere iki farklı göreve göre yapısal ve işlemsel kapasitenin birbirinden bağımsız olarak miktarını görebilmek mümkün olmuştur. Mekansal görev koşulu altında, deneklerden karelerde görünen yıldızların yerlerini akıllarında tutmaları ve daha sonra gelen ok işaretinin yönüne bağlı olarak değişen konumunu belirlemeleri istenmektedir. Sayısal görev koşulu altında ise karelerde görünen sayıları akıllarında tutmaları ve daha sonra gelen sayının işaretine göre ('+' ya da '-') ilgili karede toplama ya da çıkarma

işlemini yapıp sonucu yazmaları istenmektedir. Her denemede deneklerden yapmaları istenen uygulamalara ilişkin 'değişken ve işlem sayıları' belirtilmiştir. Değişken sayısı, deneklerin akıllarında tutmaları gereken yıldızların ya da sayıların kaç tane olduğunu ifade etmektedir. İşlem sayısı ise yıldızların gelen ok işareti doğrultusunda kaç kez hareket edeceğini ya da gelen sayılarla ilgili kaç kez işlem yapacağını göstermektedir. Değişken sayısı ve işlem sayısının artmasına bağlı olarak ekranda görülen karelerin sayısı dolayısıyla hatırlanması gereken birim sayısı ve yapılması gereken işlem sayısı da artmaktadır. Şekil 2'de mekansal ve sayısal görevlere ilişkin sadece değişken sayısının 2 ve işlem sayısının 1 olduğu duruma ilişkin birer uygulama örneği verilmektedir.

Programının işleyişine ilişkin sınırlamalardan bazıları aşağıdaki gibidir:

a) Mekansal ve sayısal görevlerin içerdiği tüm birimler arasındaki süre 1'er saniyedir ve her birim 1'er saniye hızla gelip ancak bir sonraki birim gelene kadar ekranda kalmaktadır.

b) Mekansal görevde, belirtilen değişken sayısı kadar yıldız işareti 'a' maddesinde belirtildiği gibi seçkisiz olarak karelerin herhangi birinde görünmektedir. Sonra belirtilen işlem sayısı kadar sağ, sol, yukarı ya da aşağı yön belirten ok işareti, karelerin herhangi birine yine seçkisiz olarak gelmektedir. Ok işareti, bulunduğu karedeki yıldızın daha önceki konumuna göre, gösterdiği yön doğrultusunda 1 birim yer değiştirdiğini ifade etmektedir. Denekler, ekranda görünen cevap kutusuna klavyedeki ok tuşlarını kullanarak ilgili karede sorulan yıldızın nereye taşındığını işaretlemektedirler.

c) Sayısal görevde, belirtilen değişken sayısı kadar 1-9 arası sayılar 'a' maddesinde belirtildiği gibi seçkisiz olarak karelerin herhangi birinde görünmektedir. Sonra belirtilen işlem sayısı kadar (+) ya da (-) işaretli 1-9 arası sayılar, karelerin herhangi birine yine seçkisiz

olarak gelmektedir. Gelen bu sayılar, işaretlerine bağlı olarak ilgili kare ya da karelerde daha öncekilerle toplama ya çıkarma işlemi yapılması gerektiğini ifade etmektedir. De-

nekler, ekranda görünen cevap kutusuna klavyedeki sayı tuşlarını kullanarak ilgili karedeki sonucu yazmaktadır.

Mekansal Görev

Değişken Sayısı 2

İşlem Sayısı 1

*		↓	
		?	

Sayısal Görev

Değişken Sayısı 2

İşlem Sayısı 1

	6	+	2
	3		?

Şekil 2. Araştırmada kullanılan görevlere ilişkin örnekler.

d) Her iki görev koşulunda da hangi karedeki sonucun sorulacağı seçkisiz olarak belirlenmektedir.

e) Program, deneklerin reaksiyon zamanlarını kaydedecek şekilde hazırlanmıştır. İlgili görevlere ilişkin sunumun hemen ardından ekranda cevap kutucuğunun görünmesinden denegin cevabını söyleyene kadar; klavyedeki ilgili sayı ya da ok tuşuna basana kadar geçen

zaman saniye olarak tutulmuştur. Her denek, uygulama bittikten sonra katıldığı aşamadan aldığı puanlarını ve kaydedilen sürelerini ekranda görmüştür.

Deney deseni ve işlem. Çalışmada mekansal ve sayısal olmak üzere iki farklı görevde çalışma belleğinin yapısal ve işlemsel kapasitesi miktarı birbirinden bağımsız olarak incelenmeye çalışılmıştır. 2 x 2 faktörlü son

faktörde tekrar ölçümlü deney deseni kullanılmıştır. Ele alınan bağımsız değişkenler, "görev türü" ve "kapasite türü"dür. Görev türü, sayısal ve mekansal olmak üzere iki düzeyde değişimlenmiştir. İkinci değişken olan kapasite türünün ise yine iki düzeyi bulunmaktadır. Bu değişkenin birinci düzeyinde çalışma belleğinin işlemsel bileşenine karşılık gelen işlemsel kapasite sabit tutularak, deneklerin maksimum yapısal kapasiteleri incelenmiştir. İkinci düzeyinde ise, çalışma belleğinin yapısal bileşenine karşılık gelen yapısal kapasite sabit tutularak, deneklerin maksimum işlemsel kapasitelerine bakılmıştır. Araştırmaya katılan deneklerin kendi içlerinde çalışma belleklerinin yapısal ve işlemsel kapasitelerinin büyüklük açısından farklılık gösterebileceği düşünülerek bu değişken üzerinde tekrarlı ölçüm alınmıştır. Araştırma birinci çalışmada olduğu gibi bireysel olarak sessiz bir odada gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar, ekranda yönergenin görünmesiyle başlamıştır. Yönergeyi, denegın yapması gereken göreve ilişkin örnek bir gösterim izlemiştir. Denek yeteri kadar örnek çözdükten sonra ekrana Bilgi Toplama Formu gelmiştir. Bu formun doldurulmasından sonra uygulamalar başlatılmıştır. Mekansal ya da sayısal görev için yapısal kapasite türü koşuluna atanan denegın yapması gereken işlem yükü sabittir. Yani uygulama boyunca işlem sayısı 2 olarak kalmıştır. Ancak hatırlaması gereken birim sayısı artmıştır. İşlemsel kapasite türü değişkeninde ise denegın hatırlaması gereken birim sayısı sabittir. Uygulama boyunca, bu kez değişken sayısı 2 olarak kalmış, bu birimlerle yapılması gereken işlem sayısı artmıştır. Örneğın, mekansal görev türü ve yapısal kapasite türü değişkenleri koşul birleşimine atanan denekler için gelen yıldızlar sadece 2 kez hareket etmektedir. Ancak hatırlanması gereken yıldız sayısı bir ile başlayıp denek başarılı olduğu sürece birer birer artmaktadır. Mekansal görev türü ve işlemsel kapasite türü değişkenlerinin koşul birleşimlerine atanan denekler için ise hatırlanması gereken yıldız

sayısı hep 2'dir. Ancak yıldızların hareketi bir ile başlayıp denek başarılı olduğu sürece birer birer artmaktadır. Aynı uygulama sayısal görev türü değişkeninin yapısal ve işlemsel kapasite türü ile olan koşul birleşimlerinde, bu kez sayılar için geçerlidir. İkinci çalışmadaki uygulamalar her denek için yaklaşık 20 dakika sürmüştür. Bu çalışmaya katılan deneklere ilkinde olduğu gibi 10 dakika sonra WCST uygulanmıştır.

III. Çalışma

Yöntem

Örnekleme. Üçüncü çalışma, birinci ve ikinci araştırmaya katılmamış olan yine H.Ü. Beytepe Kampüsündeki çeşitli bölümlerde okuyan 40 kız, 40 erkek olmak üzere toplam 80 gönüllü denekle gerçekleştirilmiştir. Deneklerin yaş ortalaması 22.85, ranjı, 18-24 ve standart sapması ise 3.2'dir.

Veri toplama araçları. İkinci araştırma, çalışma belleğinin depolama ve işleme kapasitesini birbirinden bağımsız olarak belirleyebilme amacına yönelikken üçüncü çalışmada amaç, depolama ve işleme kapasitesinin birlikte değerlendirilmesidir. Bu nedenle ikinci araştırmada kullanılan bilgisayar programlı akıl yürütme görevi üzerinde, üçüncü çalışmanın amacını gerçekleştirmeye yönelik olarak bazı değişiklikler yapılmıştır. Bu değişiklikler sadece yapısal değişken sayısı ve işlem sayısı değişkenlerinin düzeylerine ilişkindir. Dolayısıyla ikinci araştırmada 'a, b, c, d ve e' maddelerinde belirtilen sınırlamalar, bu çalışma için de geçerlidir.

Deney deseni ve işlem. Birinci çalışmada genel kapasite, ikinci çalışmada depolama ve işleme kapasitesi ayrı ayrı belirlenmeye çalışılmış, cinsiyet değişkeni her iki çalışmada da sabit tutulmuştu. Ancak bu çalışmada cinsiyet, iki ayrı görevde depolamaya

ve işlemeye ilişkin yük artışlarıyla ilgili olası ilişkileri görebilmek için doğrudan desene katılmıştır. Böylelikle $2 \times 2 \times 3 \times 3$ faktörlü ve son iki faktörde tekrar ölçümlü deney deseni kullanılmıştır. Görev türü değişkenine ilişkin değişimler araştırmanın ikinci aşamasında olduğu gibidir. Yapısal değişken sayısı, depolamaya ilişkin yükün 1, 2 ve 3 birimden oluştuğu, işlem sayısı değişkeni ise işlemeye ilişkin yükün yine 1, 2 ve 3 birimden oluştuğu üçer düzeyden oluşmaktadır. Araştırma, ilk iki çalışmada olduğu gibi bireysel olarak sessiz bir odada gerçekleştirilmiş ve uygulamalar, ekranda yönergenin görünmesiyle başlamıştır. Yönergeyi, deneğin yapması gereken göreve ilişkin örnek bir gösterim izlemiştir. Denek yeteri kadar örnek çözdükten sonra ekrana Bilgi Toplama Formu gelmiştir. Bu formun doldurulmasından sonra uygulamalar başlatılmıştır.

Denekler, yapısal değişken sayısı ve işlem sayısı yükünün 1, 2, 3 birim olmak üzere her ikisinin de üç farklı düzeyde değiştiği 9 koşulun (3×3) her birine tabi tutulmuşlardır. Deneklerden her denemede yapmaları istenen uygulamalara ilişkin 'değişken ve işlem sayıları' belirtilmiştir. Değişken sayısı, deneklerin akıllarında tutmaları gereken yıldızların ya da sayıların kaç tane olduğunu ifade etmektedir. İşlem sayısı ise yıldızların gelen ok işareti doğrultusunda kaç kez hareket edeceğini ya da gelen sayılarla ilgili kaç kez işlem yapacağını göstermektedir. Denekler, koşul sırası ve her koşul içindeki problemlerin sunum sırasının seçimsizleştirildiği her koşul için 7'şer olmak üzere toplam 63 adet problem çözmüşlerdir. Bu aşamaya ilişkin uygulamalar her denek için yaklaşık 55 dakika sürmüştür.

Bulgular

Birinci çalışmaya katılan deneklerden yedi adet uzam görevi ve bu görevlerdeki reaksiyon zamanına ilişkin ölçümler alınmış ve her deneğe WCST uygulanmıştır. Çalışma

belleği görevleri olarak kullanılan uzam görevlerinin faktör yapılarını belirleyebilmek için temel bileşenler analizi uygulanmıştır. Sadece depolama bileşeni olan basit uzam görevlerinin birlikte hem depolama hem de işleme bileşeni olan karmaşık uzam görevlerinin her birini ne kadar yordadığını belirleyebilmek için ise çoklu regresyon analizi kullanılmıştır. Ayrıca deneklerin uzam ölçümleriyle WCST'den aldıkları puanlar arasındaki ilişkiler Pearson Momentler Çarpımı Korelasyonu ile incelenmiştir. İkinci çalışmada görev türü ve kapasite türü değişkenlerinin akıl yürütme görevinden alınan puan ve reaksiyon zamanı üzerindeki etkileri 2×2 faktörlü ve son faktörde tekrar ölçümlü deney desenine uygun varyans analizi ile incelenmiştir. Görev türü ve kapasite türü değişkenlerinin farklı düzeyleri ile WCST arasındaki ilişkiler için yine Pearson Momentler Çarpımı Korelasyonu kullanılmıştır. Üçüncü çalışmada ise cinsiyet, görev türü, yapısal değişken sayısı ve işlem sayısı değişkenlerinin akıl yürütme görevinden alınan puan ve reaksiyon zamanı üzerindeki etkileri $2 \times 2 \times 3 \times 3$ faktörlü ve son faktörde tekrar ölçümlü deney desenine uygun varyans analizi ile incelenmiştir. Temel ve ortak etkiler için çoklu karşılaştırma tekniklerinden Tukey testine başvurulmuştur.

Yapılan analizlerin sonuçları, aşağıda üç ayrı çalışma için kısaca özetlenmektedir. Üç çalışmada da reaksiyon zamanına ilişkin ölçümler alınmış ve bu ölçümlere ilişkin analizler yapılmış olmasına rağmen sadece üçüncü çalışmadaki reaksiyon zamanına ilişkin sonuçlar üzerinde kısaca durulacaktır.

I. Çalışma

Çalışma belleği görevleri için yapılan temel bileşenler analizi sonrası, elde edilen faktörleri oluşturan ağırlıkların, varimaks rotasyonu sonucu ortaya çıkan faktör örüntüsü, açıklanan (explained) varyans ve ortak varyans (communality) değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Çalışma Belleği Görevlerinin Varimaks Rotasyonu Sonrası Faktör Örüntüsü ve Ortak Varyansları

Faktör İsimlendirmeleri	Çalışma Belleği Görevleri	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Açıklanan Varyans (%)	Ortak Varyans
Sözel İçerikli Karmaşık Uzam Görevleri	Okuma Uzamı	.89	.10	.09	48.5	.80
	Cümle Sayı Uzamı	.69	.24	.38	12.6	.69
	İşlem Kelime Uzamı	.58	.37	.23	10.6	.53
Sayısal İçerikli Karmaşık Uzam Görevleri	İşlem Sayı Uzamı	.46	.68	-.02	8.3	.69
	Hesapsal Uzam	.11	.83	.29	7.8	.80
Basit Uzam Görevleri	Sayı Dizisi Uzamı	.15	.43	.68	6.9	.68
	Kelime Uzamı	.21	.03	.86	5.2	.80

Tablo 1 incelendiğinde okuma uzamı, cümle sayı uzamı ve işlem kelime uzamı görevlerinin birinci faktör altında toplandıkları görülmektedir. Okuma uzamı ve işlem kelime uzamı görevlerinde, deneklerin hatırlaması gereken birimler kelimelerden, cümle sayı uzamı görevinde ise sayılardan oluşmaktadır. Ancak yine de, bu üç görevin her birinde cümle veya kelimeler yer almaktadır. Dolayısıyla, sözü edilen bu görevlerin toplandıkları birinci faktöre, cümle veya kelimelerden oluşan sözel ifadeleri içermesi nedeniyle "Sözel İçerikli Karmaşık Uzam Görevleri" adı verilmiştir. İkinci faktör, işlem sayı uzamı ve hesapsal uzam görevlerinden oluşmaktadır. Bu iki görevin ortak yönü, her ikisinde de sayısal

içerikli ifadelerin bulunmasıdır. Bu nedenle ikinci faktöre de "Sayısal İçerikli Karmaşık Uzam Görevleri" denilmiştir. Üçüncü faktör, sayı dizisi uzamı ve kelime uzamı görevlerinden oluşmaktadır. Basit uzam görevlerinden ilki, sayıları, ikincisi ise kelimeleri içermektedir. Yani içerdikleri malzeme açısından ortak bir özellik göstermemektedirler. Sözü edilen bu iki görevin tek ortak yönü, her ikisinin de basit uzam görevi olmasıdır. Bu nedenle bu iki görevin toplandığı üçüncü faktöre ise, sadece "Basit Uzam Görevleri" denilmiştir.

Basit uzam görevlerinin karmaşık uzam görevlerinin her birini ne kadar yordadığını belirleyebilmek için yapılan bileşik regresyon analizi sonuçları, Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2

Basit Uzam Görevlerinden Karmaşık Uzam Görevlerinin Yordanmasına İlişkin Çoklu Regresyon Analizi

Tablo 2

Basit Uzam Görevlerinden Karmaşık Uzam Görevlerinin Yordanmasına İlişkin Çoklu Regresyon Analizi Özet Tablosu

Regresyon Analizi Sonuçları			Regresyon Katsayıları Anlamlılık Testi Sonuçları			
Karmaşık Uzam Görevleri	F	R	R ²	Basit Uzam	Beta	T
				Görevleri		
Okuma				Sayı Dizi Uzamı	0.18	2.54*
Uzama Görevi	7.54**	0.36	0.13	Kelime Uzamı	0.16	1.17
Cümle				Sayı Dizi Uzamı	0.32	3.33*
Sayı Uzamı	19.27**	0.5	0.28	Kelime Uzamı	0.48	2.70*
Hesapsal				Sayı Dizi Uzamı	0.42	4.34*
Uzam	13.80**	0.47	0.22	Kelime Uzamı	0.04	0.23
İşlem				Sayı Dizi Uzamı	0.24	2.69*
Sayı Uzamı	7.94**	0.37	0.14	Kelime Uzamı	0.18	1.08
İşlem				Sayı Dizi Uzamı	0.22	3.01*
Kelime Uzamı	12.87**	0.45	0.20	Kelime Uzamı	0.25	1.89

*p < .05, **p < .01

Basit uzam görevlerinin karmaşık uzam görevlerini ne kadar yordadığını belirleyebilmek için yapılan bileşik regresyon analizi sonuçlarına göre, sayı dizisi uzamı ve kelime uzamı görevlerinin birlikte diğer beş karmaşık uzam görevinin her birini anlamlı düzeyde yordadığı bulunmuştur (Bkz. F değerleri). Basit uzam görevlerinin, karmaşık uzam görevlerini açıklama gücü, %13 ile %28 arasında değişmektedir. Buna göre, basit uzam görevleri, karmaşık uzam görevlerinden en çok cümle sayı uzamı görevini, en az ise okuma uzamı görevini açıklayabilmektedir. Basit uzam görevlerinin her birinin karmaşık uzam görevlerinin yordanmasına olan katkısını belirlemek için yapılan anlamlılık testi sonuçlarına göre, sayı dizisi uzamı görevinin karmaşık uzam görevlerinin tümünün yordan-

masına olan katkısının anlamlı olduğu görülmüştür (Bkz. t değerleri). Sadece depolama bileşeni olan sayı dizisi uzamı görevi, gerek sözel gerek sayısal ve gereksé sözel ve sayısal ifadeleri birlikte içeren karmaşık uzam görevlerinin tümünün yordanmasına katkıda bulunmaktadır. Basit uzam görevlerinden diğeri olan kelime uzamı görevinin ise, sadece cümle sayı uzamı görevinin yordanmasına olan katkısı anlamlı düzeydedir.

Çalışma belleği görevleri ile WCST'den alınan puanlar arasındaki ilişkileri belirleyebilmek için yapılan Pearson Momentler Çarpımı Korelasyonu sonuçlarına göre, basit uzam görevlerinin her ikisinin de, WCST'den elde edilen 13 puanın hiç biri ile ilişkili olmadığı

bulunmuştur. Beş adet karmaşık uzam görevinden ise, sadece hesapsal uzam ve işlem sayı uzamının bazı WCST puanları ile ilişkili olduğu görülmüştür. Buna göre, işlem sayı uzamı görevi, WCST puanlarından -.23'lük korelasyon ile sadece perseveratif cevap sayısı ile ilişkilidir. WCST'de perseveratif cevap sayıları yüksek olan denekler, işlem sayı uzamı görevinden daha düşük puan almışlardır. Benzer şekilde, diğer bir karmaşık uzam görevi olan hesapsal uzamın, WCST puanlarından toplam cevap sayısı ile -.23'lük, toplam yanlış sayısı ile -.20'lik, perseveratif olmayan hata sayısı ile -.23'lük bir korelasyonu bulunmaktadır. Bu sonuçlara göre denekler, WCST'deki toplam cevap ve toplam yanlış sayıları ile perseveratif olmayan hata sayıları arttıkça, karmaşık uzam görevi olan hesapsal uzamdan daha düşük puan almışlardır. Bunun dışında diğer karmaşık uzam görevleri olan okuma uzamı, cümle sayı uzamı ve işlem kelime uzamı görevlerinin hiç biri ile WCST puanları arasında anlamlı bir ilişki yoktur.

II. Çalışma

Araştırmanın ikinci aşamasında, kapasite türü ve görev türü değişkenlerinin akıl yürütme görevi üzerindeki etkileri, 2 x 2 faktörlü ve son faktörde tekrar ölçümlü deney desenine uygun varyans analizi tekniği ile incelenmiştir. Sonuçlara göre, görev türü değişkeninin çalışma belleği görevi olan akıl yürütme üzerindeki temel etkisi anlamlıdır $F(1, 58) = 18.34, p < .05$. Yani görevin sayısal olduğu koşuldaki akıl yürütme puanı ortalaması (5.66), görevin mekansal olduğu koşuldaki akıl yürütme puanı ortalamasından (3.13) anlamlı olarak büyüktür. Buna karşın kapasite türü değişkeninin temel etkisinin anlamlı olmadığı görülmektedir. Diğer bir deyişle yapısal kapasitenin büyüklüğü ile işlemsel kapasitenin büyüklüğü farklı değildir (ortalamalar sırasıyla, 4.07, 4.70). Benzer şekilde görev türü ve kapasite türü ortak etkisi de anlamlı bulunmamıştır.

Yani görevin sayısal ya da mekansal olmasına bağlı olarak yapısal ya da işlemsel kapasite büyüklüğü değişmemektedir.

WCST'den alınan puanlar ile ikinci çalışmadaki deney düzenine uygun koşullar altında elde edilen puanlar, Pearson Momentler Çarpımı Korelasyonu ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, görev türünün mekansal olduğu ve yapısal kapasitenin incelendiği koşul ile WCST puanlarının hiç biri arasında anlamlı bir korelasyon bulunmamıştır. Benzer şekilde görev türünün sayısal olduğu ve işlemsel kapasitenin incelendiği koşul ile WCST puanlarının hiç biri arasında anlamlı bir korelasyon yoktur. Buna karşın mekansal görev ve işlemsel kapasite türü koşulunun WCST puanlarından toplam yanlış sayısı ile -.33, perseveratif olmayan hata sayısı ile -.46, kavramsal düzey cevap sayısı ile -.32 ve kavramsal düzey cevap yüzdesi ile -.32'lik korelasyonu bulunmaktadır. Bu durumda WCST puanlarından alınan puanlar açısından toplam yanlış sayısı, perseveratif olmayan hata sayısı, kavramsal düzey cevap sayısı ve kavramsal düzey cevap yüzdesi arttıkça, mekansal görev ve işlemsel kapasite türü koşulu altında alınan puanlar azalmaktadır. Sayısal görev ve yapısal kapasite türü koşulunun, WCST puanlarından kavramsal düzey cevap sayısı ile .32 ve kurulumu sürdürmedeki başarısızlık puanı arasında .32'lik bir korelasyon bulunmaktadır. Buna göre, sayısal görev ve yapısal kapasite türü koşulu altında akıl yürütme görevinden alınan puanlar arttıkça, WCST'deki kavramsal düzey cevap sayısı ve kurulumu sürdürmedeki başarısızlık puanı da artmaktadır.

III. Çalışma

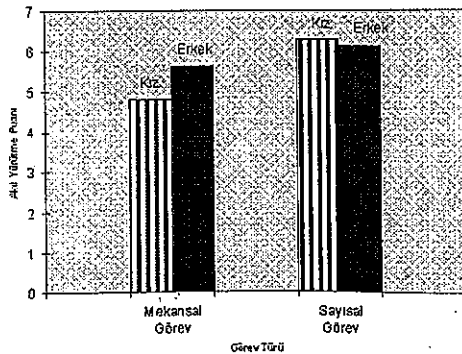
Görev türü, cinsiyet, yapısal değişken sayısı ve işlem sayısı değişkenlerinin akıl yürütme görevi üzerindeki etkilerini belirleyebilmek için yapılan 2 x 2 x 3 x 3 faktörlü ve son iki faktörde tekrar ölçümlü deney desenine uygun varyans analizi sonuçlarına göre görev türü değişkeninin temel etkisi anlamlı

düzyededir ($F(1, 76) = 18.39, p < .001$). Buna göre görevin sayısal olduğu koşulda akıl yürütme görevinden alınan puan ortalaması (6.21), görevin mekansal olduğu koşuldaki ortalamadan (5.12) anlamlı olarak büyüktür. Buna karşın cinsiyet değişkeninin temel etkisi anlamlı değildir. Kızlar ve erkekler, akıl yürütme görevinde farklılık göstermemektedirler (ortalamalar sırasıyla, 5.45, 5.88). Ancak görev türü ve cinsiyet değişkenlerinin ortak etkisi anlamlı düzeydedir. ($F(1, 76) = 5.48, p < .05$). Tukey testi kullanılarak araştırılan bu ortak etkiye ilişkin görev türü ve cinsiyet değişkenlerinin farklı düzeyleriyle ilgili ortalamalar Tablo 3 ve Şekil 3'de verilmektedir.

Tablo 3

Görev Türü ve Cinsiyet Değişkenlerinin Farklı Düzeylerinden Oluşan Koşullar Altında Akıl Yürütme Görevinden Alınan Puan Ortalamaları

Görev Türü		Cinsiyet	
		Kız	Erkek
Mekansal Görev	\bar{X}	4.61	5.63
	SS	0.13	0.42
	n	20	20
Sayısal Görev	\bar{X}	6.29	6.13
	SS	0.12	0.35
	N	20	20



Şekil 3. Görev türü ve cinsiyet değişkenlerinin akıl yürütme görevi üzerindeki ortak etkisi.

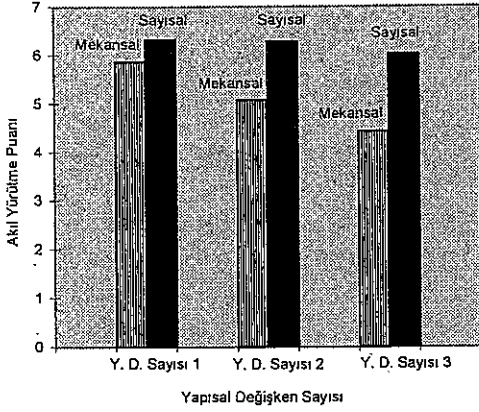
Görev türü ve cinsiyet değişkenlerinin ortak etkisine ilişkin sonuçlara göre, mekansal görev koşulu altında erkekler, kızlardan daha başarılı iken sayısal görev koşulu altında cinsiyete bağlı anlamlı bir fark bulunmamıştır. Buna göre çalışma belleği açısından kızlar ve erkekler arasındaki tek fark mekansal görev koşulu altında ortaya çıkmış ve bu koşulda kızların performansı erkeklerden daha düşük olmuştur ($q(3, 76) = 4.08, p < .05$).

Varyans analizi sonuçlarına göre, yapısal değişken sayısı ve işlem sayısı değişkenlerinin temel etkileri de anlamlı bulunmuştur (sırasıyla, $F(1, 152) = 35.34, p < .001$ ve $F(1, 152) = 21.54, p < .001$). Tukey Testi sonuçları, her iki değişken için de yük miktarı arttıkça (1,2 ve 3 birim) alınan puanın anlamlı olarak azaldığını göstermiştir (sırasıyla, $q(3, 152) = 7.42, p < .01$ ve $q(3, 152) = 6.29, p < .01$). Ayrıca varyans analizi sonuçlarına göre, görev türü ve yapısal değişken sayısı ile görev türü ve işlem sayısı değişkenlerinin ortak etkileri de anlamlı düzeydedir (sırasıyla, $F(2, 152) = 5.01, p < .01, F(2, 152) = 9.16, p < .001$). Tukey testi kullanılarak araştırılan bu ortak etkilere ilişkin ortalamalar Tablo 4 ve Şekil 4 ile Tablo 5 ve Şekil 5'de özetlenmiştir.

Tablo 4

Görev Türü ve Yapısal Değişken Sayısı Değişkenlerinin Farklı Düzeylerinden Oluşan Koşullar Altında Akıl Yürütme Görevinden Alınan Puan Ortalamaları

Görev Türü		Yapısal Değişken Sayısı		
		1	2	3
Mekansal Görev	\bar{X}	5.86	5.07	4.43
	SS	0.09	0.15	0.10
	n	40	40	40
Sayısal Görev	\bar{X}	6.33	6.28	6.02
	SS	0.16	0.07	0.17
	n	40	40	40



Şekil 4. Görev türü ve yapısal değişken sayısının akıl yürütme görevi üzerindeki ortak etkisi.

Görev türü ve yapısal değişken sayısı ortak etkisine ilişkin sonuçlara göre, mekansal görev koşulu altında yapısal değişkene ilişkin yük 1 birimden 2'ye ve 3'e çıktıkça alınan puanlar anlamlı olarak azalmaktadır (sırasıyla, $q(3, 152) = 4.93, p < .01$ ve $q(3, 152) = 8.93, p < .01$). Sayısal görev koşulunda ise yapısal değişkene ilişkin yükün artması, akıl yürütme görevinden alınan puanları değiştirmemektedir. Mekansal görev koşulundaki puanlar, sayısal görev koşuluna göre daha düşüktür. Dolayısıyla bu görevde depolamaya ilişkin yük 1 birimden 2'ye ve 3'e çıktığında performansta da dereceli bir azalma söz konusudur. Buna karşın sayısal görevdeki yük artışı performansta anlamlı bir değişikliğe yol açmamaktadır.

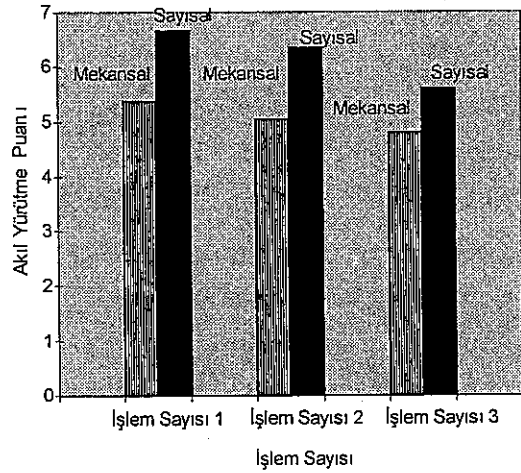
Görev türü ve işlem sayısı ortak etkisine ilişkin sonuçlara göre ise, mekansal görev türü koşulu altında işlem sayısı yükünün ancak 1 birimden 3 birime çıkması durumunda alınan puanlar azalmaktadır ($q(3, 152) = 3.45, p < .05$). Benzer durum sayısal görev için de geçerlidir ($q(3, 152) = 6.29, p < .01$). Görev türü değişkeninin yapısal değişken sayısı ve işlem sayısı ile olan ortak etkileri birlikte değerlendirilecek olursa depolamaya yönelik yük

artışları özellikle mekansal görev koşulunda, işlemeye yönelik yük artışlarına göre daha düşük performansa yol açmaktadır.

Tablo 5

Görev Türü ve İşlem Sayısı Değişkenlerinin Farklı Düzeylerinden Oluşan Koşullar Altında Akıl Yürütme Görevinden Alınan Puan Ortalamaları

Görev Türü		İşlem Sayısı		
		1	2	3
	\bar{X}	5.37	5.04	4.79
Mekansal Görev	SS	0.19	0.23	0.31
	n	40	40	40
	\bar{X}	6.67	6.35	5.60
Sayısal Görev	SS	0.08	0.27	0.26
	n	40	40	40



Şekil 5. Görev türü ve işlem sayısının akıl yürütme görevi üzerindeki ortak etkisi.

Akıl yürütme görevindeki reaksiyon zamanı ölçümlerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre, görev türü değişkeninin temel etkisi anlamlı düzeydedir ($F(1, 76) = 44.64, p <$

.001): Görevin mekansal olduğu koşulda reaksiyon zamanı ortalaması (29.63), görevin sayısal olduğu koşuldaki ortalamadan (15.98) anlamlı olarak büyüktür. Benzer şekilde yapısal değişken sayısı temel etkisi ($F(2, 152) = 9.41, p < .001$), işlem sayısı temel etkisi ($F(2, 152) = 55.64, p < .001$) ile görev türü ve işlem sayısı ortak etkisi ($F(2, 152) = 6.10, p < .01$) de anlamlı bulunmuştur. Yapısal değişken sayısı ve işlem sayısının temel etkilerine ilişkin Tukey Testi sonuçları, her iki değişken için de yük miktarı arttıkça (1, 2 ve 3 birim) reaksiyon zamanlarının uzadığını göstermiştir (sırasıyla, $q(3, 152) = 46.58, p < .01$ ve $q(3, 152) = 14.48, p < .001$). Bu sonuçlar, akıl yürütme görevinden alınan puanlara ilişkin sonuçlarla tutarlı bir tablo ortaya koymaktadır. Yani, yapısal değişken sayısı ve işlem sayısı değişkenlerine ilişkin yük miktarı arttıkça alınan puanlar azalmakta ve reaksiyon zamanları da uzamaktadır. Buna karşın akıl yürütme görevi puanı üzerinde, görev türü ve cinsiyet ile görev türü ve yapısal değişken sayısı ortak etkisi anlamlı iken reaksiyon zamanı ölçümlerinde bu ortak etkiler anlamlı bulunmamıştır. Yani akıl yürütme görevini tamamlama süresi açısından görev türüne bağlı olarak kızlar ve erkekler arasında fark yoktur. Ayrıca yapısal değişkene ilişkin yük artışları reaksiyon zamanı açısından görev türüne bağlı olarak değişmemektedir.

Tartışma

Günümüzde kısa süreli bellekle ilgili bilişsel mimarinin bir çok bileşenden oluştuğu ve bu bileşenlerin çok çeşitli depolama ve işleme faaliyetlerini içerdiği kabul edilmektedir. Çalışma belleği terimi, bu değişik bileşenleri genel olarak ifade etmek için ortak olarak kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalar, bilginin depolanması ve aynı zamanda işlenmesi faaliyetlerini içeren çalışma belleğinin bir darboğaz niteliğinde olduğunu göstermektedir.

Birinci çalışmadan elde edilen sonuçlara

göre, çalışma belleğinin incelenmesinde en çok kullanılan karmaşık uzam görevleri, tek bir faktör altında değil, içerdikleri malzemenin özellikleri doğrultusunda iki farklı faktör altında toplanmıştır. Buna karşın basit uzam görevleri ise, içerdikleri malzemenin özelliklerinden bağımsız olarak ve karmaşık uzam görevlerinden farklı olarak ayrı bir faktör altında yer almıştır. Daneman ve Carpenter (1980), sayı dizisi uzamı gibi basit uzam görevlerinin sadece depolama bileşeni olması nedeniyle, depolama ve işleme faaliyetlerini birlikte içermesi gereken çalışma belleği açısından iyi bir görev olmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca Cantor ve Engle'in (1993) belirttiği gibi, basit uzam görevlerinde dikkat çevirme özelliği (attention switching feature) bulunmamaktadır. Oysa çalışma belleği görevlerinde belirtilen özellik, kritik bir öneme sahiptir (Cantor ve Engle, 1993; Engle ve ark., 1992). Dolayısıyla araştırma bulguları, basit uzam görevlerinin çalışma belleğinin depolama ve işleme olmak üzere, iki paralel bileşenini göstermekte yetersiz kaldığını göstermekte olup bu görüş literatür bulgularıyla da desteklenmektedir.

Çalışmada basit uzam görevlerinin diğer karmaşık uzam görevlerinden farklı bir faktör altında toplanmasının ötesinde, karmaşık uzam görevlerinin de iki farklı faktör altında toplanması oldukça ilginç bir bulgudur. Bu durumu, Turner ve Engle'in (1989) belirttiği, çalışma belleğinin göreve-özgü olduğu görüşünü desteklemektedir. Farklı çalışma belleği görevlerinden alınan puanlar, tamamen aynı değildir. Alınan puan, çalışma belleğini ölçmek için kullanılan görevin özelliğine göre değişebilmektedir.

Yapılan çoklu regresyon analizi sonuçları, basit uzam görevi olan sayı dizisi uzamı ve kelime uzamı görevlerinin birlikte, diğer beş karmaşık uzam görevlerinin her birini %13.44 ile %28.43 arasında değişen oranlarda yordadığını göstermiştir. Basit uzam görevleri en çok cümle sayı uzamı görevini, en az ise

okuma uzamı görevini yordayabilmektedir. Basit uzam görevleri tarafından en az yordanan ikinci karmaşık uzam görevi ise işlem sayı uzamı görevidir. Çünkü işlem sayı uzamı da okuma uzamı gibi kendi içinde aynı tür malzemeden (okuma uzamı, sözel ifadelerden, işlem sayı uzamı ise sayısal ifadelerden) oluşmaktadır.

Karıştırmanın yüksek olduğu karmaşık uzam görevlerinde, işleme için daha fazla çaba harcanmakta ve depolama performansı düşmektedir. Dolayısıyla sadece depolama bileşeni olan basit uzam görevleri de bu tür karmaşık uzam görevlerini daha az yordayabilmektedir. Baddeley'in (1986) geliştirdiği çalışma belleği modelinden başlayarak günümüze dek bu konuyla ilgilenen tüm araştırmacılar, farklı yaklaşımları benimsemiş olsalar da, çalışma belleğinin depolama ve işleme arasında gidip gelen sınırlı kapasiteli bir sistem olduğunu kabul etmektedirler (örn., Benjafield, 1992; Cohen, 1989; Ericsson ve Walter, 1995; Haberlandt, 1994; Klatzky, 1980; Morgalin, 1992). Bu açıdan bakıldığında elde edilen bu bulgu, çalışma belleğinin kaynak sınırlılığını kabul eden diğer araştırmacıların görüşleriyle tutarlılık içindedir. Depolama ve işlemeye ayrılan kaynağın sınırlılığı, benzer malzemelerin bulunduğu görevlerde daha belirgin hale gelmektedir. Ayrıca çalışma belleği kavramının ilk ortaya atıldığı yıllarda yapılan araştırmalar da bu bulguyu desteklemektedir (Conrad ve Hull, 1964; Baddeley, 1986; Baddeley ve Hitch, 1974). En azından faktör analizinden elde edilen bulgularla, çoklu regresyon analiz sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, karmaşık uzam görevlerinin içerdikleri malzemelerin özelliği doğrultusunda, depolamaya ve işlemeye verilecek ağırlığın değişebileceği düşünülebilir.

İkinci çalışmada yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, görev türü değişkeninin temel etkisi dışında ne kapasite türü değişkeninin temel etkisi, ne de görev türü ve kapasite türü ortak etkisi anlamlı değildir. Yani, yapısal kapasite sabit tutulup işlemsel kapasite art-

tırıldığında ve işlemsel kapasite sabit tutulup yapısal kapasite arttırıldığında, akıl yürütme görevinden alınan puanlar değişmemektedir. Buna göre, çalışma belleğinin yapısal ve işlemsel kapasitesinin her biri, yük açısından aynı düzeyde sabit tutulduğunda, depolama ve işleme kapasitesi arasında bir farklılık yoktur. Birinci çalışma için yapılan regresyon analizi sonuçlarında, işlemeye ilişkin yük artışının depolama performansını düşürdüğü üzerinde durulmuştur. Depolama ve işlemeden herhangi birinde olan talep artışının diğerine ilişkin performansı düşürdüğünü ifade eden bir çok araştırma bulgusu da bulunmaktadır (Örn., Gilhooly ve ark., 1993; Salthouse, ve ark., 1990; Salthouse, Mitchell ve ark., 1989; Sokol ve ark., 1991; Martin ve ark., 1994). Ancak ikinci çalışmada ise, depolamaya veya işlemeye ilişkin talep aynı olduğu koşullarda, yani çalışma belleğinin depolama ve işleme arasında gidip gelmesinin gerekmediği durumda, bu iki bileşenin kapasitesi arasında farklılık olmadığını görüyoruz. Şimdiye kadar olan çalışma belleği literatüründe bu konunun incelendiğine rastlanılmamıştır.

Üçüncü araştırmadan elde edilen sonuçlar, çalışma belleğinin sınırlı bir kaynak olduğunu ve bu kaynağın depolama ve işlemedeki yük artışına uygun olarak dağılım gösterdiğini belirten diğer araştırma bulgularını doğrulamaktadır (örn., Baddeley, 1992; Engle ve ark., 1992; Gathercole, Baddeley, 1990; Haberlandt, 1994; Logie ve ark., 1994; Sokol ve ark., 1991). Ayrıca ikinci ve üçüncü aşamadan elde edilen bulgular birlikte değerlendirildiğinde, hem akıl yürütme görevinde hem de reaksiyon zamanı ölçümlerinde gözlenen sayısal ve mekansal görev arasındaki farkın, fonolojik döngü ve görsel mekansal kopyalama sistemleri arasındaki farklılığa işaret ettiği söylenebilir. Elde edilen ilginç bir bulgu da, alınan puan ve reaksiyon zamanı üzerinde cinsiyetin bir temel etkisi bulunmazken cinsiyet ve görev türü ortak etkisinin gözlenmesidir. Bu bulguyu çalışma

belleği literatüründe değerlendirebilmek mümkün değildir, çünkü yapılan çalışmalarda cinsiyetin etkisine bakılmamıştır. Ancak beyindeki hemisferik asimetride cinsiyetin rolüne ilişkin çalışmalar; kızların çoğunlukla sözel, erkeklerin uzaysal-mekansal ilişkileri içeren tarzdaki görevlerde daha başarılı olduğunu göstermektedir (Delgado ve Prieto, 1996; Lezak, 1983). Üçüncü çalışmadan elde edilen bulguların ortaya koyduğu sonuç, erkeklerin, mekansal görev koşulu altında kızlardan daha başarılı olmalarına rağmen bu göreve ilişkin reaksiyon zamanı açısından kızlarla aralarında bir farkın olmadığı şeklindedir.

Çalışma belleğini ölçmeye yönelik uzam görevleri ve akıl yürütme görevleri ile WCST arasında hesaplanan korelasyonların ise üç önemli doğurgusu olduğu düşünülmektedir. Bunlardan birincisi WCST ile sadece depolamaya yönelik basit uzam görevleri yani KSB görevleri arasında bir ilişki yoktur. İkincisi, WCST puanları sadece, faktör analizi sonucu ortaya çıkan Sayısal İçerikli Karmaşık Uzam Görevleri adı verilen çalışma belleği görevleri ile ilişkilidir. Üçüncüsü, WCST, çalışma belleğinin görsel mekansal kopyalama sistemiyle ve bu sistemin yapısal kapasitesinden çok işlemsel kapasitesi ile ilişkilidir. Bu durumda dolaylı olarak kart sıralamaya dayalı görevlerin çalışma belleğiyle ilgili olabileceğini ima eden görüşlere (Baddeley, 1986; Baddeley, Logie, Bressi, Della-Sala ve Spinnier, 1986), bir açıklık kazandırılmaktadır: Frontal lob hasarlarına duyarlı olduğu belirtilen (Boone, Ghaffarian, Lesser, Gutierrez ve Berman, 1993), zihinsel esneklik gerektiren ve sözel içerikli olmayan türden soyut düşünme yeteneği ile ilişkili olan (Perrine, 1993) WCST puanları, yine sözel içerikli olmayan, Sayısal İçerikli Karmaşık Uzam Görevleriyle ilişkilidir. Ayrıca WCST puanları daha özel olarak çalışma belleğinin görsel mekansal kopyalama sisteminin işlemsel deposuna duyarlıdır.

Çalışma belleğini incelemeye yönelik

bir çok araştırmadan elde edilen bilgi birikiminin, aynı kavramın doğasını açıklamaya yönelik olup olmadığını görebilmek için çalışma belleğinin göreve özgü bir paradigma olmaktan bağımsız hale getirilmesi gerekir (Er, 1995). Bunun için çalışma belleğini incelemede kullanılan farklı görev türlerinin karşılaştırılmasına, mümkün olduğu kadar bu görevlerin bir arada kullanılıp, belirli değişkenlerden etkilenme durumlarının belirlenmesine ihtiyaç vardır. Üç araştırma böyle bir girişime hizmet etme amacıyla yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- Anderson, J. R. (1983). *The architecture of cognition*. Cambridge: Harvard University.
- Anderson, J. R. (1995). *Learning and memory: An integrated approach*. New York: John Wiley and Sons.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. New York: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (1990). *Human memory: Theory and practice*. London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Baddeley, A. D. (1992). Is working memory working? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 44a, 1-31.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*. Vol. 8. New York: Academic Press.
- Baddeley, A. D., Logie, R. H., Bressi, S., Della-Sala, S., & Spinner, H. (1986). Senile dementia and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 38a, 603-618.
- Benjafield, J. G. (1992). *Cognition*. New Jersey: Prentice Hall.
- Berg, E. A. (1948). A simple objective technique for measuring flexibility in thinking. *Journal of General*

- Psychology*, 39, 15-22.
- Braf, D. L., Heaton, R., Kuck, J., Cullum, M., Moranville, J., Grant, I., & Zisook, S. (1990). The generalized pattern of neuropsychological deficits in outpatients with chronic schizophrenia with heterogeneous Wisconsin Card Sorting Test results. *Archives of Genetic Psychiatry*, 24, 891-898.
- Boone, K. B., Ghaffarian, S., Lesser, I. M., Gutierrez, E. H., & Berman, N.G. (1993). Wisconsin Card Sorting Test performance in healthy, older adults: Relationship to age, sex, education and IQ. *Journal of Clinical Psychology*, 49(1), 54-60.
- Campbell, J. I. D. (1994). Architectures for numerical cognition. *Cognition*, 53:1-44.
- Campbell, J. I. D., & Graham, D. J. (1985). Mental multiplication skill: Structure, process and acquisition. *Canadian Journal of Psychology*, 39, 338-366.
- Cantor, J., & Engle, R. W. (1993). Working memory capacity as long term memory activation: An individual differences approach. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 5, 1101-1114.
- Cantor, J., Engle, R. W., & Hamilton, G. (1991). Short-term memory, working memory and: How do they relate? *Intelligence*, 15, 229-246.
- Cohen, G. (1989). *Memory in the real world*. London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Conrad, R., & Hull, A. J. (1964). Information acoustic confusion and memory span. *British Journal of Psychology*, 55, 429-432.
- Conway, A. R. A., & Engle, R. W. (1994). Working memory and retrieval: A resource-dependent inhibition model. *Journal of Experimental Psychology: General*, 123(4), 354-373.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1983). Individual differences integrating information between and within sentences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 9(4), 561-583.
- Delgado, A. R., & Prieto, G. (1996). Sex difference in visuospatial ability: Do performance factors play such an important role? *Memory & Cognition*, 24(4), 504-510.
- Engle, R. W., Cantor, J., & Carullo, J. J. (1992). Individual differences in working memory and comprehension: A test of four hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 18, 972-992.
- Engle, R. W., Nations, J. K., & Cantor, J. (1990). Is working memory capacity just name for word knowledge? *Journal of Educational Psychology*, 82, 799-804.
- Er, N. (1995). Eklektik bir yaklaşım çerçevesinde çalışma belleğine genel bir bakış. *3P: Psikiyatri, Psikoloji, Psikofarmakoloji Dergisi*, 3(3), 176-184.
- Ericsson, K. A., & Walter, K. (1995). Long term working memory. *Psychological Review*, 2, 215-245.
- Frackowiak, R. J. S. (1994). Functional mapping of verbal memory and language. *Trends In Neuroscience*, 17, 109-115.
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1990). Phonological memory deficits in language disordered children: Is there a causal connection. *Journal of Memory And Language*, 29, 336-360.
- Gilhooly, K. J., Logie, R.H., Wetherick, N.E., & Wynn, V. (1993). Working memory and strategies in syllogistic-reasoning tasks.

- Memory and Cognition*, 1, 115-124.
- Goldman-Rakic, P. S. (1992). Working memory and the mind. *Scientific American*, 111-117.
- Haberlandt, K. (1994). *Cognitive psychology*. London: Allyn Bacon.
- Heaton, R. K. (1981). *Wisconsin Card Sorting Test manual*. Odessa, F.L. : Psychological Assessment Resources Inc.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 1, 122-149.
- Karakaş, S., ve Başar, E. (1993). *Nöropsikolojik testlerin standardizasyonu ve nöropsikolojik ve elektrofizyolojik ölçümlerin ilişkileri*. Proje No: TBAG-Ü/17-2.
- Kimberg, D. Y., & Farah, M. J. (1993). A unified account of cognitive impairments following frontal lobe damage: The role of working memory in complex, organized behavior. *Journal of Experimental Psychology: General*, 122, 411-428.
- Klatzky, R. (1980). *Human memory: Structures and processes*. New York: W. H. Freeman and Company.
- La Pointe, L. B., & Engle, R. W. (1990). Simple and complex word span as measures of working memory capacity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory And Cognition*, 6, 1118-1133.
- Lezak, M. D. (1983). *Neuropsychological Assesment* (2.ed). New York: Oxford University Press.
- Logie, R. H., Gilhooly, K. J., & Wynn, V. (1994). Counting on working memory in arithmetic problem solving. *Memory & Cognition*, 4, 395-410.
- Martin, R. S., Sheldon, J. R., & Yaffee, L. S. (1994). Language processing and working memory: Neuropsychological evidence for separate phonological and semantic capacities. *Journal of Memory and Language*, 33, 83-111.
- Morgalin, D. (1992). *Cognitive neuropsychology in clinical practice*. New York: Oxford University.
- Perrine, K. (1993). Differential aspects of conceptual processing in the Category Test and Wisconsin Card Sorting Test. *Journal Of Clinical And Experimental Neuropsychology*, 15(4), 461-473.
- Salthouse, T. A., Babcock, R. L., Mitchell, D. R. D., Palmon, R., & Skovronek, E. (1990). Sources of individual differences in spatial visualization ability. *Intelligence*, 14, 187-230.
- Salthouse, T. A., Babcock, R. L., & Shaw, R. (1991). Effects of adult age on structural and operational capacities in working memory. *Psychology and Aging*, 6, 118-127.
- Salthouse, T. A., & Mitchell, D. R. D., Skovronek, E., Babcock, R. L. (1989). Effects of adult age and working memory on reasoning and spatial abilities. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 15, 507-516.
- Sokol, S. M., McCloskey, M., Cohen, N.J., & Aliminos, D. (1991). Cognitive representations and processes in arithmetic inferences from the performance of brain-damaged subjects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 17(3), 355-376.
- Turner, M. L., & Engle, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent? *Journal of Memory and Language*, 28, 127-154.

Summary

Examination of Structural and Operational Capacities of Working Memory

Nurhan ER*
Hacettepe University

Working memory is one of the most critical processes with limited capacity for different cognitive skills. This limitation affects our performance in cognitive tasks like reading or listening comprehension and problem solving. In general, working memory refers to accessible storage of information for short periods, without rehearsal that is being processed in many cognitive tasks. According to Baddeley (1986,1990), this is the system that performs the task of temporarily manipulating information. It has recently been claimed that working memory consists of two distinct capacities, structural and operational. These two capacities must be evaluated together in experimental studies.

The principle aim of this study was to empirically examine the structural and operational capacities of working memory with experimental manipulations, through both using the various span measurements and a reasoning task based upon experimental manipulations.

Method

Subjects

The research consisted of three parts. A total of 240 university students (120 females and 120 males) participated in this research. The

first study involved 100 subjects (50 females, 50 males). There were 60 subjects (30 females, 30 males) in the second study, and 80 subjects (40 females, 40 males) in the third study.

Data Collection

In all three studies subjects were tested individually and a 386-DX computer was used for presentation of the memory tasks and recording of subjects' reactions. Average time for completing the tasks was 85 min. in the first study, 35 min. for the second study and 55 min. in the third study.

In first study subjects completed seven tasks: five complex working memory span tasks (reading span, sentence-digit span, computational span, operation-digit span, operation-word span) and two simple span tasks (word span, digit span). The order in which tasks were presented was randomized across individuals to balance practice and boredom effects. In addition, in the first two studies, the Wisconsin Card Sorting Test (WCST) was administered to the subjects.

Data Analysis

In the first study, the factor patterns of five complex span tasks regarding the storage and processing capacities of working memory,

*Address for correspondence: Dr. Nurhan Er, Hacettepe Üniversitesi, Psikoloji Bölümü, Beytepe 06532 Ankara

and two simple span tasks in relation to the storage component, were investigated with principal-components factor analysis. In addition, the same data were also evaluated to see if it was possible to predict each complex span task from the simple span tasks. The correlations between scores from all span tasks and from WCST were also calculated.

In the second study, the effects of structural and operational capacities of working memory on scores obtained from the reasoning task, were determined separately. The main and interaction effects of two types of task (spatial vs. numerical) and two types of capacity (structural vs. operational) on a computerized reasoning task were analyzed by 2 x 2 factorial ANOVA with repeated measures on the last factor. The correlations between four different conditions consisting of the levels of independent variables and WCST scores were also examined.

The increase of the storage and the processing capacity loads upon the scores obtained from the reasoning task, which was the same as the one used in the second study of the research, and upon the reaction time measurements taken from the reasoning task were introduced at the third study. In this study, the main and interaction effects of sex (female vs. male), type of task (spatial vs. numerical), the number of structural variable (1,2,3) and the number of processes (1,2,3) were investigated by a 2 x 2 x 3 x 3 factorial ANOVA with repeated measures on the last two factors.

Results and Discussion

Findings demonstrated that in the first study, span tasks measuring the working

memory were clustered under three factors according to the characteristics of the materials they contain. It was also found that digit span task, being one of the simple span tasks, significantly predicted all other complex span tasks. Besides, correlations between WCST scores and especially, complex span tasks with numerical content were also found to be significant.

According to the results of the second study, the type of task variable had a main effect on the scores that were obtained through the reasoning task. The number of correlations between WCST scores and reasoning task scores obtained under the condition of spatial task and operational capacity were higher than those obtained under the other conditions.

In the last study, the data showed that there were significant main effects of the type of task variable, the number of structural variable and the number of processes upon the scores of the reasoning task. In a similar manner, the results of ANOVA showed that type of task significantly interacted with gender, the number of structural variable, and the number of processes. An ANOVA conducted on reaction time data revealed that main effects of the type of task variable, the number of structural variable, the number of processes were significant, and there was also a significant interaction effect between the type of task variable and the number of processes.

The major results of this research showed that working memory capacity is sensitive to task type. Another possible explanation of the findings is that complex span tasks reflect both structural and operational capacities of working memory but simple span tasks demonstrated only its structural capacity.