

Çoklu Ortamlarda Dar Boğaz: Aşırı Bilişsel Yüklenme

The Bottle Neck in Multimedia: Cognitive Overload

Ebru KILIÇ ÇAKMAK

G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü,
Ankara-TÜRKİYE ekilic@gazi.edu.tr

ÖZET

Öğrenme - öğretme süreçlerinde yaygın olarak kullanılmaya başlanan çoklu ortamlardan etkili şekilde yararlanabilmek için bu ortamlarda yaşanan problemlerin başında gelen aşırı bilişsel yüklenme kavramını anlamak ve bu problemi ortadan kaldırmak gerekmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada öncelikle aşırı bilişsel yük kavramının ortaya çıkmasına neden olan bilişsel yük kuramı üzerinde durulmuştur. Ardından aşırı bilişsel yüklenme kavramı anlatılarak, öğrenme - öğretme süreçlerindeki olumsuz etkileri tartışılmış ve bu probleme ilişkin çözüm önerileri yapılan araştırmalarla birlikte verilmiştir. Son olarak da bu problemin belirlenmesine yönelik ölçme araçları tanıtılmıştır.

Anahtar sözcükler: Bilişsel yük, aşırı bilişsel yük, çoklu ortam, öğretim tasarımı

ABSTRACT

To utilize from multimedia effectively which is used widely in the learning-teaching process, cognitive overload which is one of the main problem in this process, must be comprehended and eliminated. For this reason, firstly cognitive load theory which caused to be appeared the term of cognitive overload, was stressed in this study. Then the term of cognitive overload was explained, negative effects of cognitive overload in learning-teaching process were discussed and suggestions about this problem's solutions were given. Lastly, the measurement tools for determining the problem were explained.

Keywords: Cognitive load, cognitive overload, multi media, instructional design

1. Giriş

Çoklu ortam teknolojileri, öğrenme-öğretme süreçlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Çoklu ortamlar, resim, video, ses, animasyon ve simülasyonların bir araya gelmesi ile oluşur (Rogers, 2001). Schwier ve Misanchuk (1994) çoklu ortamı, birbiriyle bütünleşmiş farklı kaynakları içeren bir öğretim programı olarak tanımlamaktadırlar. Horton (2000) ise çoklu ortamın metin, resim, ses ve hareketli resimlerin tek bir sayfada bir araya getirilmesi olduğunu belirtmektedir. Alessi ve Trollip (2001) çoklu ortamların, metin, konuşma, çizimler, fotoğraflar, müzik, animasyonlar ve sesli/sessiz videoları içerdiğini söylemektedirler. Jonassen, Howland, Moore ve Marra (2003) çoklu ortamı, iletişim sürecinde birden fazla ortamın bütünleştirilerek sunulması olarak tanımlamaktadırlar.

Son dönemlerde çoklu ortamlar metin, resim, grafik, ses ve video gibi bileşenlerin bilgisayar ortamında bir araya getirilmesi ve dijital olarak sunulmasıyla eşanlı olarak kullanılmaktadır. Çoklu ortamlar, öğrencilerin bu bileşenler arasında kendi isteklerine ve ihtiyaçlarına uygun şekilde gezinmelerini sağlayacak şekilde düzenlenebilirler. Bu nedenle çoklu ortamlar, yüksek etkileşim düzeyine sahip ortamlardır ve öğrenciler bu ortamlarda, bilgiler arasında gezinebilir ve öğrenmek istedikleri bilgileri seçebilirler (Lever-Duffy, McDonald ve Mizell, 2003)

Çoklu ortamların yaygın olarak kullanılması ile birlikte yaşanan bazı problemler gündeme gelmeye başlamıştır. Bu problemlerin başında, kullanılabilirlik (usability), arayüz tasarımı, içerik, tutarlılık, ekran düzeni, gezinme stratejileri ve etkileşimin yetersiz olması (Klett, 2002), buna bağlı olarak öğrenme ortamlarının başarısız hale gelmesi ve bilişsel problemlerin ortaya çıkması gösterilebilir.

Min (2002) ve Ramsey (1996), çoklu ortamlarda çalışacak olan öğrencilerin genellikle önceden yetiştirilmediklerini, yetiştirme, çalışma ve öğrenmenin eşzamanlı gerçekleştiğini belirtmektedirler. Bu nedenle uzun süreli çalışmalar ve yazılı materyallerin okunması öğrencilerin hoşlarına gitmemekte ve zorlanmaktadırlar. Bu durumu ortadan kaldırmak için yazılımların kullanılabilirliğinin yüksek olması

gerekmektedir. Buna ek olarak, bu ortamların sağladığı esneklik, karmaşıklığı da beraberinde getirebilmektedir (Ellis ve Kurniawan, 2000). Büyük miktarlarda bilginin karmaşık bir yapıda sunulması, öğrencilerin bu ortamlarda aşırı bilişsel yüklenmesine (cognitive overload) ve görevlerin yerine getirilmesinde güçlükler neden olabilmektedir (Akt. Demirbilek, 2004). Çoklu ortamlardaki bilgi yoğunluğu ve farklı seçenekler arasında aşırı bilişsel yüklenen öğrenciler, bu durumda nerede olduklarını, nereden geldiklerini ve nereye gideceklerini bilememekte yani kaybolmaktadırlar (disorientation) (Ramsey, 1996; Dias ve Sousa, 1997). Diğer bir deyişle, aşırı bilişsel yüklenmeyi engellemek, öğrencilerin kaybolma düzeylerinin de azalmasını sağlayacaktır. Bu tür ortamlarda aşırı bilişsel yüklenen, buna bağlı olarak da kaybolan öğrencilerin performansları düşecek ve istedikleri bilgilere ulaşmada daha fazla zaman ve çaba harcamaları gerekecektir (McDonald ve Stevenson, 1996).

Son yıllarda çok sayıda araştırmaya konu olan ve çoklu ortamlarda bilişsel etkinliklerin gerçekleştirilmesini engellediği belirtilen, beraberinde başka problemleri de getiren “Bilişsel yük ve aşırı bilişsel yüklenme nedir?” ve “Aşırı bilişsel yüklenme problemi nasıl çözülür?” sorularına cevap verebilmek amacıyla bu çalışmada, öncelikle bilişsel yük kuramı ve aşırı bilişsel yük kavramı tanıtılmaya çalışılmış, ardından aşırı bilişsel yükün önlenmesine yönelik çözüm önerilerine ve bilişsel yükün farklı ölçüm yöntemlerine yer verilmiştir.

2. Bilişsel Yük Kuramı

Bilişsel yük kuramı, öğrenmenin başlamasından önce eşzamanlı işlenmesi gereken bilginin miktarı ve etkileşimi ile ortaya çıkan, karmaşık bilişsel görevlerin öğrenilmesi ile ilgilenmekte ve bilişsel süreçler üzerinde durmaktadır (Paas, Renkl ve Sweller, 2004).

Bilgi işleme süreçlerinde, insanların sınırlı çalışma belleği ve sınırlı olmayan uzun süreli belleklerinin olduğu varsayılır. Çalışma belleğinin kapasitesi yalnızca yedi elemanla sınırlıdır (Miller, 1956). Sweller, Van Merriënboer ve Paas (1998), uzun süreli bellekte depolanan bilginin bireylerin gerçek zihinsel güçlerinin göstergesi olduğunu

belirtmektedirler. Bilişsel mimarinin bileşenlerinden biri olan ve uzun süreli bellekte depolanan zihinsel yapılar belli bilgilere ait bir ağ ya da bir konuda kullanılacak olan elemanların sınıflanması olarak tanımlanabilir. İnsanlar belli problemlerin çözümünde kullanmak için farklı zihinsel yapılar geliştirmelidirler. Zihinsel yapıların geliştirilmesi sonucunda çalışma belleğindeki yük azalır. Bu nedenle öğrenme-öğretme süreçlerinin amacı, öğrencilerin zihinsel yapılarını geliştirmelerine yardım etmek olmalıdır (Anglin, Vaez ve Cunningham, 2004).

Bilişsel yük, belli bir zaman diliminde çalışma belleği tarafından kullanılan kaynakları ifade etmektedir. Genellikle üç tür bilişsel yükten bahsedilir: asıl yük (intrinsic load), konu dışı yük (extraneous load/ineffective load) ve etkili yük (germane load/effective load) (Sweller ve diğerleri, 1998; Paas, Tuovinen, Tabbers ve Van Gerven, 2003). Asıl yük, öğrenilmesi zor olan içeriğe bağlı olarak çalışma belleğinde yüklenmenin gerçekleştiği türdür. Sunulan bilgi karmaşık olduğunda asıl yük de yüksek olacaktır. İnsanların öğrenmesi gereken birçok konu olduğu için genellikle asıl yük yüksek olur. Konu dışı yük, iyi tasarlanmamış öğretim materyalleri ve iyi olmayan öğretim tasarımı sonucunda çalışma belleğinin yüklenmesidir. Tasarlanan öğrenme ortamı, uygun olmayan bilgileri ya da bilgi işleme sürecini olumsuz yönde etkileyen diğer materyalleri içeriyorsa konu dışı yük yüksek olacaktır. Etkili yük ise zihinsel yapıların oluşması ve düzenlenmesini sağlayan süreçlerde ortaya çıkar. Konu dışı ve etkili yük öğretim tasarımından etkilendiğinden öğretim tasarımcılarının kontrolündedir. Önemli olan, asıl yük, konu dışı yük ve etkili yükün toplamının çalışma belleğinin kapasitesini aşmaması başka bir deyişle aşırı bilişsel yüklenmenin olmaması nedeniyle beklenen öğrenmenin gerçekleşmesidir. Bu nedenle araştırmacıların çoklu ortamları tasarlarken resim, grafik ve animasyonları nasıl kullanmaları gerektiğini bilişsel yük kuramını göz önünde bulundurarak incelemeleri, öğrenme süreçlerinin etkili ve verimli olabilmesi için önem taşımaktadır (Anglin, vd., 2004; Baron, 2004; Paas, Tuovinen, vd., 2003).

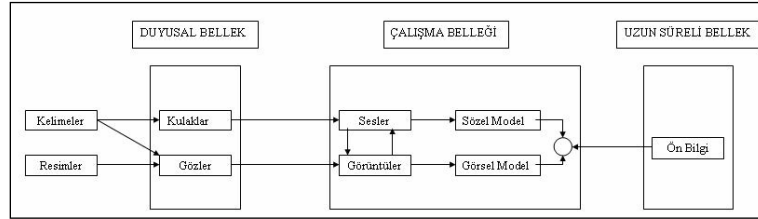
Bu üç tür yükün, çalışma belleğinin kapasitesini aşmaması için öğretim tasarımcıları, konu dışı yükü azaltmak gerektiğini vurgulamakta ve bu noktada alternatif öğretim tasarımları ve süreçlerini önermektedirler. Konu dışı yük ve asıl yük yüksek olduğunda

bu iki tür yük birbirinin üzerine eklendiğinden konu dışı yükü azaltmaya çalışmak oldukça önem taşımaktadır. Asıl yük düşük olduğunda ise konu dışı yükün düzeyi, bu iki tür yükün toplamı çalışma belleğinin kapasitesini aşmayacağından, daha az önem taşımaktadır. Dolayısıyla, öğretim tasarımcılarının öğrenilecek olan içeriğin zor olması durumunda bilişsel yükü azaltmak için daha fazla çaba harcamaları gerekir. Öğretim tasarımı sürecinden etkilendiği belirtilen konu dışı yükün yüksek olması öğrenmeyi engellerken etkili yük öğrenmeyi artırmaktadır. Dolayısıyla konu dışı yükün azaltılması, etkili yük için daha fazla yer kalmasını ve zihinsel yapıların oluşturulabilmesi için daha fazla çaba harcanabilmesini sağlayacaktır. Zihinsel yapıların oluşması ise asıl yükün azalmasını sağlayacaktır. Bu üç yük arasındaki ilişki asimetriktir ve bir döngü şeklindedir. Konu dışı yükün öğretim tasarımı sürecinin etkili şekilde yapılandırılması ile azalması, çalışma belleğindeki boşluğun etkili yüke ayrılmasını sağlayacak böylece zihinsel yapılar rahatlıkla oluşabilecektir. Zihinsel yapıların oluşması ile bir sonraki aşamada asıl yük azalacaktır. Bu nedenle, öğretim tasarımı sürecinde konu dışı yükün azaltılmasına yönelik öğretim teknikleri geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bu amaca ulaşabilmek için de yapılan araştırmalarda, çalışılmış örnekler (worked examples), bölünmüş dikkat (split attention), gereksizlik etkisi (redundancy effect) ve biçem etkisi (modality effect), konu dışı yükü azaltmak için kullanılan tasarım ilkeleridir. Asıl yükün sabit olduğu varsayılan durumlarda, konu dışı yükün kullanılan bu ilkelerle başarılı bir şekilde azaltılması, zihinsel yapıların oluşturulabilmesi için gerekli olan etkili yükün artması ile sonuçlanmaktadır (Paas, Renkl ve Sweller, 2003; 2004).

Bilişsel yük kuramı, bahsedilen üç tür bilişsel yükü göz önünde bulundurarak bireylerin, sınırlı olan bilgi işleme kapasitelerini etkili kullanmalarını sağlayacak etkili öğretim yöntemleri geliştirme ile ilgilenmektedir. Bilişsel yük kuramı, uzun süreli bellekle etkileşim içinde olan, görsel (visual) ve işitsel (auditory/verbal) bilgilerin işlenmesini sağlayan, birbirinden kısmen bağımsız iki kanaldan oluşan ve sınırlı olan çalışma belleğini içeren bilişsel mimariyi temel almaktadır. Yeni öğretim yöntemleri geliştirerek, çalışma belleğinin kapasitesinin etkili şekilde kullanılmasını sağlamayı

amaçlayan bilişsel yük kuramı, öğretim tasarımı sürecinde çalışma belleği ve bu belleğin sınırlılıkları üzerine odaklanmıştır (Paas, Tuovinen, vd., 2003).

Baddeley'in çalışma belleği modeline göre çalışma belleğinin iki alt sistemden oluştuğu varsayılır ve bunlardan ilki yazılı metin ya da resim gibi görsel bilgilerin algılandığı görsel alt sistem, diğeri ise sözel metin ya da müzik gibi sesli bilgilerin algılandığı sözel alt sistemdir. Bu alt sistemlerin her ikisinin de sınırlı kapasiteleri bulunmakla birlikte gelen bilgiler birbirlerinden bağımsız olarak işlenebilmekte fakat biri diğeriindeki eksikliği karşılayamamaktadır. Çalışma belleğindeki her iki alt sistem için bilişsel yükün toplam miktarı belli bireyler için belli koşullarda asıl, konu dışı ve etkili yüklerin toplamı olarak tanımlanır. Bu nedenle, aşırı bilişsel yük, asıl yükün yüksek olmasından kaynaklanabileceği gibi konu dışı yükün ya da etkili yükün yüksek olmasından da kaynaklanabilir. Kısacası, kullanılan stratejiler ve tasarımlar, konu dışı yükün ve etkili yükün miktarlarında farklılıkların olmasını sağladığından aynı öğrenme materyali, farklı öğrenme stratejileri ve tasarımları kullanıldığında farklı bilişsel yük miktarına neden olabilmektedir (Brünken, Plass ve Leutner, 2003).



Şekil 1. Çoklu Ortamlarda Öğrenme için Bilişsel Süreçler

Şekil 1, bilişsel yük kuramına göre çoklu ortamlarda bilginin sunulması, algılanması ve işlenmesi için gerekli olan bilişsel süreçleri göstermektedir. Mayer ve Moreno (2003), bu sürecin ortaya çıkmasında Pavio'nun ikili kodlama kuramını ve Baddeley'in çalışma belleği modelini temel almışlardır. İkili kodlama kuramı bilginin sunulma şekli üzerinde durmakta ve görsel materyallerin (resimler, grafikler vb.) görsel kanalda ve sözel materyallerin (yazılı ya da sözlü metin) ise sözel kanalda işlendiğini belirterek görsel ve sözel materyallerin birlikte sunulmasının öğrenme üzerinde daha etkili olduğunu

belirtmektedir. İkili kodlama kuramına göre metnin yazılı veya sözlü olarak sunulması arasında bir fark olmadığı ve sözel materyal olarak algılandığı kabul edilirken Baddeley'in yaklaşımında yazılı metinlerin görsel olarak, metinlerin seslendirilmesinin yani anlatımların ise sözel olarak algılandığı düşünülmektedir (Mayer ve Anderson, 1991; Brünken, Plass ve Leutner, 2003; Mayer ve Moreno, 2003; Baron, 2004). Bilişsel yük kuramının varsayımları, çoklu ortamlara dayalı öğrenme süreçlerine yansıtılarak Şekil 1'de verilen bilişsel süreçler dikkate alınmaktadır. Aslında çoklu ortamlarda önemli olan, bir çok bileşeni bir arada uygun şekilde kullanmak olmalıdır. İkili kodlama kuramı görsel ve sözel bilgilerin birlikte sunulması gerektiğini vurgularken bilişsel yük kuramı bunu kabul etmekle birlikte bunların en iyi nasıl bütünleştirilebileceği üzerinde durmaktadır.

Mayer ve Moreno (2003), yaptıkları araştırmalar ışığında, insan beyninin nasıl çalıştığına ilişkin üç varsayım üzerinde durmaktadırlar. Bunlar ikili kanal, sınırlı kapasite ve etkin işleme varsayımlarıdır. İkili kanal varsayımı, bilgi işleme süreçlerinde görsel ve sözel iki ayrı algı kanalı bulunduğu anlamına gelmektedir. İşitsel/sözel (auditory/verbal) kanalda, işitsel ve sözel olarak gelen bilgiler işlenmekte ve görsel (visual/pictorial) kanalda ise görsel ve resimsel bilgiler işlenmektedir. Sınırlı kapasite varsayımı, aynı anda görsel ve sözel kanalların ayrı ayrı işleyebileceği bilginin sınırlı olması anlamına gelmektedir. Etkin işleme varsayımı, anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesi için gerekli olan görsel ve sözel kanaldaki bilgi işleme sürecinin önemini vurgulamaktadır.

Temel olarak bilişsel yük, çalışma belleğindeki sınırlılığı ifade etmekte olup tasarımcıların dikkatleri bu noktaya çekilmeye çalışılmaktadır. Ayrıca bilişsel yük kuramı, bilgilerin paralel olarak algılanması ve işlenmesi anlamına gelen çok kanallı öğrenme noktasında da önemli kuramsal bilgiler sağlamaktadır. Burada önemli olan, çalışma belleğinin kapasitesini etkili şekilde kullanarak işlenebilecek olan bilgi miktarını artırabilmektir. Bunun sağlanabilmesi için de Mousovi, Low ve Sweller (1995) bilginin görsel ve sözel şekilde karışık olarak sunulmasının çalışma belleğinin etkili kullanılmasına yardımcı olacağını belirtmektedirler (Akt. Baron, 2004).

Bilişsel yük kuramı, John Sweller'in ayrıntılı olarak üzerinde çalışmış olduğu bir konudur. Öğrenme-öğretme süreçlerinde karşılaşılan zorluklar koşullara bağlı olarak değişmektedir. Yeni bir materyal çok fazla bilgi içeriyorsa, buradaki bilgilerin öğrenilmesi daha az bilgi içeren materyale göre daha zor olmaktadır (Sweller ve Chandler, 1994). Bilişsel yük kuramı, öğrenme için uygun olan etkinlikler yolu ile bilişsel kaynakların yönlendirilmesini sağlayabilen etkili öğretim materyalleri ile öğrenmenin kolaylaşacağını vurgulamaktadır. Örneğin, öğrenme için birbiri ile bütünleşmiş kaynağa ihtiyaç duyulurken, bu bilgiler birbirinden ayrı metin ve grafik şeklinde sunulduğunda öğrenme süreci etkili olmamaktadır. Bu şekilde bölünmüş kaynaklarla sunulan bilgi bilişsel yükün artmasına neden olmaktadır (Chandler ve Sweller, 1991).

2.1. Aşırı Bilişsel Yüklenme

Çoklu ortamlarda karşımıza çıkan aşırı bilişsel yüklenme, önemli bir problem olup öğrencilerin tek seferde çok fazla bilgi bombardımanına tutulması sonucunda ortaya çıkmaktadır (Conklin, 1987; Clark, 2003).

Aşırı bilişsel yüklenme, çoklu ortamlarda çalışırken bağlantıların oluşturulması, isimlendirilmesi ve bu bağlantıların izini kaybetmemek için harcanan çaba sonucunda kullanıcıların daha fazla zihinsel olarak yüklenmesi olarak da tanımlanabilir. Okuyucular için hangi bağlantının takip edileceği, sunulan seçeneklerden hangisinin seçilip hangisinin seçilmemesi gerektiğine karar vermek aşırı bilişsel yüklenmeye neden olmaktadır. Hangi yolun takip edileceğine karar verme sürecindeki duraklama oldukça dikkat dağıtıcıdır ve beraberinde birçok bilişsel probleme neden olabilmektedir (Rogers, 2001).

Aşırı bilişsel yüklenme, çok fazla bileşene, yola ve araca sahip ortamlardaki seçenekler nedeniyle, kullanıcıların boğulması ve kafalarının karışması olarak da tanımlanabilir (Murray, 2001). Aşırı bilişsel yüklenme kavramının temelinde bilişsel yük kuramı vardır. Bu kurama göre, daha öncede belirtildiği üzere insanların sınırlı bilişsel kapasitelerini etkili şekilde kullanmalarını sağlayacak öğretim yöntemlerinin

geliştirilmesi gerekmektedir. Bilişsel yük kuramı, sınırlı olan çalışma belleği ve sınırlı olmayan uzun süreli belleği içine alan bilişsel yapıyı temel alır. Çalışma belleği, bilgiyi düzenlemek, karşılaştırmak ve üzerinde çalışmak için kullanılır. Uzun süreli bellek ise sürekli bilgi ve beceriler için bir depo görevi görür. O anda kullanılmayan fakat öğrenilenlerin anlaşılmasını sağlayan bilgiler uzun süreli bellekte tutulur (Bower, 1975; Herganhahn ve Olson, 1997). Böylece, öğrenilenler kalıcı hale gelmekte ve gerektiğinde kullanılmak üzere uzun süreli bellekten çağrılmaktadır. Bilişsel yük kuramına göre, çalışma belleğinin sınırlı olan kapasitesi, yapısı, görsel ve işitsel olmak üzere ayrılan iki algı kanalı, öğretim ortamlarını tasarlarken göz önünde bulundurulmalıdır. Önemli olan bu kapasiteyi göz önünde bulundurarak bilgilerin sunulması ve uzun süreli bellekte zihinsel yapıların oluşmasına imkan tanınmasıdır (Paas, Tuovinen, vd., 2003). Bilişsel yükün gereğinden fazla olduğu durumlarda performans düşeceğinden ve öğrenme süreci sona ereceğinden, öğrenilenlerin uzun süreli belleğe aktarılabilmesi için görsel ve işitsel algı kanallarındaki tıkanıklığı ve aşırı bilişsel yüklenmeyi ortadan kaldırmak gerekmektedir (Paas, Renkl ve Sweller, 2004; Sweller, 1994).

Bilişsel yük kuramı, çoklu ortam ve web temelli öğrenmenin etkililiğinin tahmin edilmesini sağladığından, son yıllarda tasarlanan öğrenme ortamlarında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Brünken, Plass ve Leutner, 2003).

Aşırı bilişsel yüklenmeye neden olan bazı etkileri test etmeyi amaçlayan Mousavi, Low ve Sweller (1995) tarafından lise öğrencileri üzerinde yapılan bir dizi araştırmada, görsel/görsel (yazılı metin/grafik) ya da işitsel/görsel (ses/grafik) biçimde içerik sunulmuştur. Araştırmaların sonuçları, işitsel/görsel olarak sunulan içeriğin görsel/görsel şekilde sunulan içeriğe göre daha etkili olduğunu göstermektedir.

Mayer, Heiser ve Lonn (2001) tarafından yapılan araştırmada, hazırlanan çoklu ortamda kullanılan materyallerin anlama ve transfer üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu araştırma kapsamında yapılan dört deneyde öğrencilere şimşek çakmasının oluşumu ile ilgili öyküler dinletilmiş ve animasyonlar gösterilmiştir. Yapılan deneylerin üçünde gereksiz açıklamalar ve uyarıcı olan konu ile ilgisiz videoların kullanıldığı durumlarda

bilişsel yüklenme olduğu için hatırlama ve transfer puanlarının düştüğü görülmüştür (Mayer, Heiser ve Lonn, 2001).

Moreno ve Mayer (2002) tarafından yapılan çalışmada, bilişsel yük kuramının üzerinde durduğu aşırı bilişsel yüklenmeyi önleyen tekniklerden biri olan gereksizlik etkisini test etmek amacıyla iki ayrı deney yapılmıştır. Birinci deneyde dört farklı materyal hazırlanmıştır. Birinci materyalde yalnızca sözel anlatım kullanılmış, ikinci materyalde sözel anlatıma ek olarak bu bilgiler yazılı olarak da sunulmuştur. Üçüncü materyalde önce animasyon gösterilmiş, sonrasında aynı bilgiler sözel olarak verilmiştir. Dördüncü materyalde ise önce animasyon gösterilmiş, sonrasında ise sunulacak olan bilgi sözel ve yazılı olarak verilmiştir. Bu deney sonrasında yapılan hatırlama, transfer ve eşleştirme testi sonuçları, düşükten yükseğe doğru sırasıyla birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü materyal şeklindedir. İkinci deneyde ise yine dört farklı materyal hazırlanmıştır. Birinci materyalde eşzamanlı olarak animasyon, sözel anlatım ve yazılı metin, ikinci materyalde animasyon ve arkasından sözel anlatım, üçüncü materyalde önce animasyon gösterilmiş sonrasında sözel anlatım ve yazılı metin birlikte sunulmuştur. Dördüncü materyalde ise eşzamanlı olarak animasyon ve sözel anlatım verilmiştir. Hatırlama ve eşleştirme testi sonuçlarına göre sıralama yüksekte düşüğe doğru sırasıyla dördüncü, üçüncü, ikinci ve birinci materyal şeklindedir. Araştırmada yapılan iki ayrı deney sonucunda, sunulan bilginin eşzamanlı olarak animasyon ve sözel bilgi şeklinde sunulması halinde bunlara ek olarak yazılı metin verilmesinin gereksiz olduğu ortaya çıkmıştır. Öğrencilere hem animasyon hem yazılı metin eşzamanlı sunulduğunda her iki bileşende, görsel algı kanalına hitap ettiği için öğrencilerin dikkatleri animasyon ve metin arasında bölünmektedir. Bu da çalışma belleğinin verimli kullanımını engelleyerek aşırı bilişsel yüklenmeye neden olmaktadır. Bunu engellemek için aynı kanala hitap eden bileşenleri eş zamanlı olarak sunmak yerine yazılı metin yerine, sözel anlatımın tercih edilmesi gerektiği önerilmektedir.

Mayer ve Moreno (2002), animasyon ve sözel anlatıma ek olarak ekrana metin eklemenin, görsel çalışma belleğinde aşırı yüklenmeye neden olacağını belirtmektedirler. Ekrana metin eklendiğinde, öğrenciler hem animasyona hem de metne

bakmak durumunda kalmakta ve bölünmüş dikkat etkisi ortaya çıkmaktadır. Bölünmüş dikkat etkisi, öğrencilerin, aynı algı kanalına hitap eden farklı bilgilerin sunulması ile dikkatlerinin bölünmesine bağlı olarak, konu dışı yükün artacağını vurgulamakta ve bundan kaçınılması gerektiği üzerinde durmaktadır (Van Gevren, Paas, Van Merienboer ve Sschmidt, 2000; Sweller ve Chandler, 1991; Sweller, 2004). Sonuç olarak, görsel çalışma belleğinin aşırı yüklenmesi, görsel ve sözel sunumlar arasındaki bağlantının kurulması için gerekli olan enerjinin az kalmasına neden olmaktadır. Bu enerjinin artması, daha derinlemesine öğrenmenin sağlanması ve aşırı bilişsel yüklenmenin azalması için animasyon ve resim gibi görsel bileşenlerle birlikte metni yazılı olarak vermek yerine sözel olarak anlatmak daha uygun olacaktır.

Mayer, Moreno, Boire ve Vagge (1999) yaptıkları araştırma ile aşırı bilişsel yüklenmenin başarıyı engelleyeceğini kanıtlamışlardır. Aşırı bilişsel yüklenme, öğrencilerin bilişsel etkinliklerinin ve zihinsel kaynaklarının etkilenmesine, azalmasına ve engellenmesine neden olabilmektedir. Görev zorluk düzeyi de aşırı bilişsel yüklenmeye neden olan bir diğer değişkendir. Flad (2002) tarafından yapılan araştırma, görev zorluk düzeyinin artmasının, öğrencilerin harcadığı çabanın artmasına ve aşırı bilişsel yüklenmeye neden olduğunu göstermektedir. Ayrıca, Chu (1987) tarafından yapılan çalışma, görev zorluğu ile zihinsel çabaya bağlı belirlenen bilişsel yüklenme arasında anlamlı düzeyde bir ilişki olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlara göre görevin zorluğu arttıkça, görevin başarıyla tamamlanması için gerekli olan zihinsel çabanın miktarı artmakta ve görevdeki zorluğa bağlı olarak performans düşmektedir (Akt. Flad, 2002).

Kalyuga, Chandler ve Sweller (1999), yetişkinler üzerinde bilişsel yükü azaltmak için farklı görsel ve işitsel öğeleri ve renkleri kullanarak yaptıkları araştırmalar sonucunda öğretim tasarımcılarına aşağıdaki önerilerde bulunmuşlardır (Akt. Baron, 2004):

1. Metin olarak sunulacak materyalleri yazılı biçimde vermek yerine sözel olarak vermek gerekmektedir.

2. Metin olarak sunulacak materyaller hem yazılı hem de sözel olarak birlikte verilmemelidir.
3. Metin olarak sunulacak materyallerin yazılı biçimde sunulması gerekiyorsa renklendirme gibi özel işaretlemeler kullanılmalıdır.

Tindall-Ford, Chandler ve Sweller (1997) ve Kalyuga, Chandler ve Sweller (1999) tarafından yapılan araştırma sonuçları birbirini destekler niteliktedir. Sözel ve görsel materyallerin birlikte kullanıldığı durumlarda öğrencilerin performansları yükselmiştir. Yapılan araştırmalar, kelimelerin yazılı olarak vurgulanması yerine sözel olarak anlatıldığı durumlarda algılamanın daha yüksek olduğunu ve başarının arttığını göstermektedir (Gelder ve Vroomen, 1997; Rummer ve Engelkamp, 2001; Akt. Barron, 2004).

Mayer ve Moreno (1998) ve Mousavi, Low ve Sweller (1995) aşırı bilişsel yüklenmenin azaltılmasına ilişkin araştırmalar yapmışlardır. Bu araştırmalardan elde edilen sonuçlar doğrultusunda, görsel ve sözel bilginin fiziksel etkileşimi (bölünmüş dikkat - split attention), bilginin görsel ve seslendirilerek sunulması (biçem etkisi-modality effect) ve yazılı metinden vazgeçilmesi (gereksizlik etkisi-redundancy effect), bilişsel yükü azaltmanın yolları olarak belirlenmiştir (Akt. Demirbilek, 2004).

Biçem etkisine ilişkin yapılan araştırmalar, çoklu ortamlarda kelimelerin ekranda yazılı olarak sunulmaması, bunun yerine sesli olarak anlatılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Penney (1989) yaptığı kapsamlı araştırmalar sonucunda, sunulan materyallerde sözel ve görsel biçimler birlikte olduğunda, çalışan belleğin daha verimli olarak işlem yapabildiğini ve çalışan belleğin kapasitesinin daha etkili kullanıldığını vurgulamaktadır. Yapılan araştırmaların pek çoğu dikkatin, göz ve kulak arasında paylaştırılmasının daha etkili sonuçlar verdiğini göstermiştir. Bu durum çoklu ortam materyalleri için de geçerlidir (Moreno ve Mayer, 1999). National Education Training Group'un (1995) yaptığı araştırmaya göre, çoklu ortamlar, çoklu algı kanallarının kullanımına olanak tanıdığı için öğrencilerin hatırlama düzeylerini % 25-50 oranında arttırmaktadır (Akt. Ramsey, 1996).

Öğretim tasarımcıları, bilişsel yüklenmeye duyarlı olarak tasarlanacak olan çoklu ortamlara duyulan ihtiyacı ve çoklu ortam materyallerini geliştirirken dikkatli olunması gereken en önemli noktalardan birinin, aşırı bilişsel yüklenmenin ortaya çıkmasını engellemek olduğunu fark ettiklerinden, dikkate alınması gereken bazı tasarım ilkelerinin olması gerektiğini vurgulamaktadırlar. Bu süreçte yapılan bir kısmı yukarıda özetlenen araştırmalar ve yine benzer noktaları vurgulayan diğer araştırmalar (Mayer ve Chandler, 2001; Kalyuga, Chandler ve Sweller, 2000; Mayer, Moreno, Boire ve Vagge, 1999; Mayer ve Anderson, 1991) sonucunda, çoklu ortamlarda aşırı bilişsel yüklenmenin ortaya çıkmasına sebep olan durumlar, çözüm önerileri ve dikkat edilmesi gereken stratejiler aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Mayer ve Moreno, 2002; 2003):

1. Görsel kanalda işlenmesi gereken bilginin görsel kanalın kapasitesini aşması durumunda aşırı bilişsel yüklenme gerçekleşir. Bunu engellemek için işlenmesi gereken bilgilerin bir kısmının görsel kanaldan işitsel kanala kaydırılması gerekir. Bu durum biçem etkisi olarak da adlandırılır. Yapılan araştırmalar, kelimelerin yazılı olarak sunulması yerine sözel olarak anlatılmasının öğrenme üzerinde daha etkili olduğunu göstermektedir.
2. Her iki kanalda işlenmesi beklenen bilginin bilişsel kapasiteyi aşması durumunda aşırı bilişsel yüklenme gerçekleşir. Bu durumu engellemek için;
 - a. *Bölme*: Sunulacak olan bilgi bölümlere ayrılmalı ve işlenmesi için uygun bir süre verilmelidir. Araştırmalar, öğrencilerin bölümler arasında geçişlerde kontrol sahibi olduklarında program kontrolünde ilerleyen bölümlere göre transferin arttığını göstermektedir.
 - b. *Ön yetiştirme*: Çoklu ortamlarda kullanılan bileşenlerin özellikleri ile ilgili ön yetiştirme sağlanmalıdır. Araştırmalar, öğrencilerin sistem bileşenleri ile ilgili isimleri ve özellikleri bildiklerinde başarılarının arttığını göstermektedir.
3. İşlenmesi beklenen önemli bilgi ve önemsiz bilginin bilişsel kapasiteyi aşması durumunda aşırı bilişsel yüklenme gerçekleşir. Bu durumu engellemek için;

- a. Konu ile birebir bağlantısı olmayan detayları ortadan kaldırmak gerekir. Buna tutarlılık etkisi (coherence effect) de denilmektedir. Araştırmalar, gereksiz detayların ortadan kaldırılmasının transfer üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.
 - b. İşaretleme: Önemsiz detayları tamamen kaldırmak mümkün değilse, bu durumda önemli olduğu düşünülen ve işlenmesi gereken bilgiler için belli işaretlemeler kullanılarak öğrencilerin dikkatleri bu noktalara çekilebilir. Önemli bilgiler için farklı renklerin kullanılması ve sesteki vurgularla gerekli işaretlemeler sağlanabilir.
4. İşlenmesi beklenen (önemli) bilgi ve küçük ve önemsiz bilginin bilişsel kapasiteyi aşması durumunda aşırı bilişsel yüklenme gerçekleşir. Bu durumu engellemek için;
- a. Aynı bilgiyi hem yazılı hem de sözel olarak sunmaktan kaçınmak gerekmektedir. Buna gereksizlik etkisi denilmektedir.
 - b. Resimlerle ilgili açıklama yapmak gerektiğinde, resim ile metni ayrı ayrı vermek yerine, vurgu yapılmak istenen yere kelimelerin yazılması daha uygundur. Bu durum bitişiklik etkisi (contiguity effect) olarak adlandırılmaktadır.
5. İşlenmesi gereken bilgilere ek olarak, farklı sunum şekillerinin ortaya çıkması durumunda bilişsel kapasitenin aşılması nedeniyle aşırı bilişsel yüklenme gerçekleşir. Bu durumu engellemek için animasyon ve sözel anlatımın arka arkaya sunulması yerine eş zamanlı olarak sunulması gerekir.

Bilişsel yük kuramına göre, öğrenciler dikkatlerini metin ve grafik arasında bölmek durumunda kaldıklarında öğrenme engellenir. Bunun nedeni, bu iki bileşeni ilişkilendirme sürecinde sınırlı olan çalışma belleğinin kapasitesinin gereğinden fazla yüklenmesidir. Aksine yazılı olarak sunulan metin, sözel olarak sunulduğunda iki bileşen arasındaki ilişkilendirme, çalışma belleğindeki görsel ve sözel kanalın birlikte kullanılması ile daha kolay gerçekleştirilir (Kalyuga, Chandler ve Sweller, 1999).

Brünken, Plass ve Leutner'e (2003) göre, çoklu ortamlara dayalı öğrenmede, daha önce bahsedilen etkiler bilişsel yük kuramına göre üç kategoride sınıflanabilir:

1. Konu dışı yükü azaltarak zihinsel yapıların oluşmasını sağlayan etkiler (çoklu ortam etkisi, bölünmüş dikkat etkisi, bitişiklik etkisi),
2. Öğrencilerin mevcut kapasiteleri ile ilişkili etkiler (bireysel farklılıklar ve uzmanlık),
3. Bilginin işlenmesi için mevcut kapasiteyi en iyi şekilde kullanmayı sağlayan etkiler (biçem etkisi, gereksizlik etkisi, tutarlılık etkisi).

Yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen bulgular, aşırı bilişsel yüklenmeyi azaltmak için konu dışı yükü azaltmanın öğrenmeyi kolaylaştırdığını göstermektedir. Dolayısıyla yapılacak olan tasarımlarda yukarıda belirtilen etkilere uyularak öğretim tasarımlarının gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

2.2. Bilişsel Yükün Ölçülmesi

Bilişsel yük, bilgi işlemedeki içsel süreçlerle ilgili olması nedeniyle doğrudan gözlenememektedir. Dolayısıyla, bilişsel yükü ölçmeye yönelik farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler zihinsel çabayı ölçen anketler, materyalin zorluk düzeyini belirlemeye yönelik ölçümler, performansa dayalı ölçümler, fizyolojik ölçümler, nörolojik ölçümler, analitik ve ikili görev yöntemi olarak sınıflandırılabilir.

Bilişsel yükü ölçmek, birçok araştırmacı için önemli ama bir o kadar da zordur. Zihinsel yükün tahmin edilmesi için kullanılan analitik yöntemlerde uzman görüşleri ile öznel veriler toplanırken matematiksel modeller, görev analizleri ile de analitik veriler toplanır. Deneysel yöntemler ise zihinsel çaba ve performansı tahmin etme yoluna gider ve derecelendirme ölçeği kullanılarak öznel veriler, birinci ve ikinci görevdeki performansa ilişkin veriler ve kalp atış hızı gibi fizyolojik ölçümler kullanılarak fizyolojik veriler toplanır. Bilişsel yük kuramı üzerine çalışan araştırmacıların büyük çoğunluğu zihinsel çabayı ölçen deneysel ölçümleri kullanmışlardır. Derecelendirme

ölçeği, fizyolojik ve ikili görev teknikleri de bilişsel yükü belirlemek için kullanılmıştır (Paas, Tuovinen, vd., 2003; Brünken, Plass ve Leutner, 2003).

Derecelendirme ölçeği, insanların kendi bilişsel süreçlerini inceleyebilecekleri ve harcadıkları zihinsel çabanın miktarını açıklayabilecekleri varsayımına dayanır. Bu ölçüm yönteminde öğrencilere, bir görevi yerine getirirken ya da bir öğrenme materyalini anlamak için ne kadar çaba harcadıkları sorulur. Bu tür ölçümler çok öznel olduğu için şüphe ile yaklaşılır. Bu tür ölçümlerde daha çok anketler kullanılır ve bu anketler çok boyutlu düzenlenerek zihinsel çaba, aşırı yorgunluk ve sinir bozukluğu gibi birbiri ile yüksek ilişkisi olan değişkenleri birlikte ölçer. Fakat çalışmalarda kullanılan ölçeklerin çoğunun tek boyutlu olarak hazırlandığı görülmüştür. Bu tür ölçekler bilişsel yükteki göreceli küçük değişimlere duyarlıdır ve bu ölçeklerin değerli ve güvenilir olduğu belirtilmektedir (Brünken, Plass ve Leutner, 2003; Paas, Tuovinen, vd., 2003).

Fizyolojik teknikler, fiziksel değişkenler tarafından yansıtılan bilişsel fonksiyonlardaki değişikliğin ölçülmesi varsayımına dayanır. Bu yöntemlerle ölçülen bilişsel yüklenmede kalbin, beynin ve göz bebeğinin hareketleri dikkate alınır. Paas ve Merrienboer (1994) tarafından yapılan bir çalışmada bilişsel yükü tahmin etmek için kalp atış hızı değişkeni olarak alınmıştır. Kalp atış hızı ile ilgili ölçümler, hassas olmayan ölçümler olmasına rağmen göz bebeği tepkileri, bilişsel yükü tahmin etmede daha hassas bir ölçümdür. Göz bebeği hareketleri hem gençlerde hem de yetişkinlerde bilişsel yükü tahmin etmek için kullanılır ve bilişsel yükün farklı aşamalarını ölçebilen fizyolojik bir yöntemdir (Paas, Tuovinen, vd., 2003).

Görev ve performans temelli yöntemlerin iki önemli alt boyutu vardır. Görev performansına dayalı birinci görev ölçümü ve birinci görev ile birlikte başarılan diğer bir göreve dayalı olan ikili görev yöntemidir. Bu süreçte ikinci görevdeki performansın, birinci görev tarafından yüklenen bilişsel yükün seviyesini yansıtması amaçlanır. Genellikle, ikinci görev dikkatin devamını sağlayan basit etkinlikleri gerektirir. Performans değişkenleri tepki süresi, doğruluk ve hata oranıdır. Bu tekniğin güvenilirliği ve hassasiyeti oldukça yüksek olmasına karşın araştırmacılar tarafından nadiren kullanılır (Paas, Tuovinen, vd., 2003). İkili görev yönteminde, öğrenciler birinci görevi

yerine getirirken aynı zamanda ikinci görev öğrenciye verilir. Brünken ve arkadaşları (2003) tarafından kullanılan bu yöntemde, öğrenciler ortama girdiklerinde küçük bir pop-up pencere sol üst köşede açılmıştır. Bu küçük pencere ilk açıldığında arka zemin rengi beyaz ve yazılar siyahtır. Bu pencerenin boyutlandırma özelliği yoktur ve bir şekilde kapatılırsa aynı yerde ve aynı şekilde otomatik olarak tekrar açılmaktadır. Öğrenciler, öğrenme ortamında bir görev üzerinde çalışırken pop-up pencerenin arka zemin rengi rasgele zamanlarda değişmektedir. Öğrenciler bu rengin değiştiğini fark ettiklerinde pop-up penceredeki butona tıklamaktadırlar. Öğrencilerin bu butona basma (tepki) süreleri tutulmaktadır. Burada öğrencilerin tepki süreleri, bilişsel yüklenme durumlarını belirlenmesinde kullanılan bir faktördür.

Bilişsel yük kuramına ilişkin yapılan araştırmalarda başarı, genellikle bilişsel yükün göstergesi olarak alınmıştır. Bununla birlikte, zihinsel çabayı ölçen öznel derecelendirme ölçeğinin kullanıldığı araştırmalar da bulunmaktadır. Öznel derecelendirme ölçeğine bazı eleştiriler yapılmasına karşın, bu konuda yapılan çalışmaların büyük çoğunluğunda kullanılan bir yöntemdir. Paas, Tuovinen vd. (2003) yaptıkları çalışmada, öznel derecelendirme ölçeği ve diğer ölçüm yöntemlerini kullanarak bilişsel yükü ölçen araştırmaları toplamışlardır. İnceledikleri yirmibeşe yakın araştırmanın yirmisinde derecelendirme ölçeği diğerlerinde ise analitik yöntemler, ikili görev yöntemi, göz bebeği tepkileri ve kalp atış hızı değişimi teknikleri kullanılmıştır. Bu araştırmadan da anlaşılacağı üzere, bilişsel yük konusunda yapılmış olan birçok araştırmada derecelendirme ölçeği kullanılmıştır. Diğer yöntemlerin sıklıkla kullanılmamasının sebebi ise uygulamadaki zorluklardır. Bu yöntemler içinde uygulama sürecinde kullanılması uygun olan bir diğer yöntem ise ikili görev yöntemidir. Bu yöntemde, ikinci görevden elde edilecek olan performans, büyük çoğunlukla birinci göreve bağlıdır. Özellikle birinci görev karmaşık ve bilişsel kaynaklar sınırlı ise bu durum ikinci görevdeki performans daha fazla etkileyecektir (Paas, Tuovinen, vd., 2003). Brünken ve arkadaşları (2003) bu yöntemle ilişkin eksiklikleri belirtirken benzer noktayı vurgulamaktadırlar. Öncelikle, bu ölçme yöntemi öğrencilerin görsel algı kanallarını kullanmaktadır. Buradaki beklenti, işitsel algı kanalını kullanarak birinci

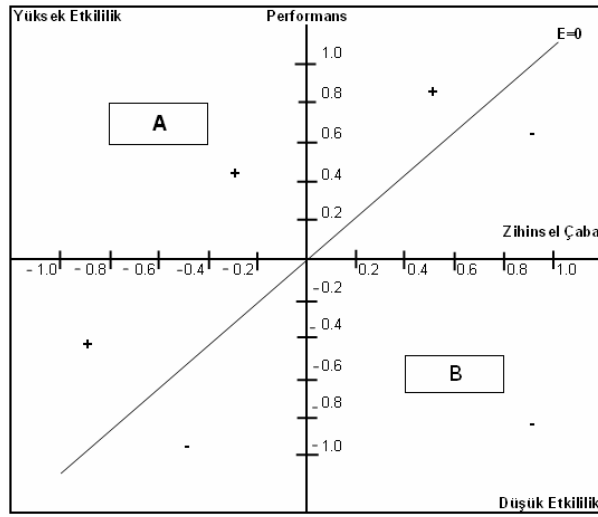
görevi yerine getiren öğrencilerin, sadece görsel algı kanalını kullanarak görevini yerine getiren öğrencilere göre ikinci görevlere daha kısa sürede tepki vermeleridir. İkinci problem öğrencilerin bireysel farklılıklarından kaynaklanabileceği ve üçüncü problem ise deneysel ortamın ikinci göreve verilecek tepki süresini etkileyebileceğidir.

Brünken ve arkadaşları (2003) bilişsel yükün ölçülmesi sürecinde tek bir yonteme bağlı kalınmamasının gerekliliğini vurgulamaktadırlar. Flad (2002), araştırmasında, zihinsel çabaya bağlı olarak derecelendirme ölçeği ile belirlenen bilişsel yük ile ikili görev yöntemi ile belirlenen bilişsel yük arasında pozitif ve anlamlı ($r=0.971$) bir ilişkinin olduğunu saptamıştır. Ayrıca aynı çalışmada, görevlerin zorluk düzeyinin artmasına bağlı olarak ikili görev yöntemi ile ölçülen bilişsel yükün arttığını ve öznel derecelendirme ölçeği kullanılarak belirlenen bilişsel yükün de arttığını belirlemiştir.

Bilişsel yük ile ilgili yapılan çalışmalarda mümkün oldukça farklı ölçme yöntemlerinin denenmesi gereği açıktır. Fakat araştırmaların bazı sınırlılıkları nedeniyle bu durum her zaman mümkün olmamaktadır. İkili görev yönteminin kullanıldığı araştırmalar genellikle tek oturumda gerçekleşen uygulamalardır (Demirbilek, 2004; Flad, 2002; Brünken ve arkadaşları, 2003; Brünken, Steinbacher, Plass ve Leutner, 2002). Çünkü öğrenciler ilk oturumdan sonra birinci görevi yerine getirirken ikinci bir görevin geleceğini bileceklerinden ikinci görevdeki tepki zamanı net olarak ölçülemeyecektir. Bu nedenle bu yöntemin tüm araştırmalarda kullanılması biraz zor görünmektedir.

İkili görev, bilişsel yükü doğrudan ölçen bir yöntem olmakla birlikte, zihinsel çaba, zihinsel yük ve başarı (performans), bilişsel yükün birer göstergesidir. Bilişsel yük puanları belirlenirken, öğrencilerin bir testte yaptıkları doğru sayısı, yanlış sayısı, görevi tamamlama süresi ve görevi tamamlarken gösterdikleri zihinsel çaba göz önünde bulundurulur. Bilişsel yükün hesaplanmasında zihinsel çaba ve performansın birlikte ele alınması, aşırı bilişsel yüklenmenin önemli bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Paas ve Merrienboer (1993), bu bakış açısından yola çıkarak, zihinsel çaba ve görev performansını birlikte ele alarak öğretim durumlarının etkililiğine ilişkin bir hesaplama yöntemi geliştirmişlerdir. Bu yöntemde, zihinsel çaba ve performansa ilişkin ham puanlar standart z değerlerine dönüştürülerek ortalamanın 0, standart sapmanın ise 1

olması sağlanarak gerekli hesaplamalar yapılmaktadır. Zihinsel çaba ve performansa ilişkin z değerleri koordinat sistemindeki eksenleri göstermektedir. Öğretim ortamlarının etkililiğinin hesaplanmasında, bir noktanın doğruya olan uzaklığı formülü temel alınmıştır. $E=0$ olduğunda zihinsel çaba ile performans dengededir. Elde edilen E değeri Şekil 2’de gösterilen A alanında yer alıyorsa, yüksek performansa karşılık düşük zihinsel çaba harcadığı yani ortama ilişkin etkililiğin yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Elde edilen E değeri B alanında yer alıyorsa, ortamın etkiliği düşüktür, yani yüksek zihinsel çaba harcanmasına karşılık düşük performans gösterilmiştir (Paas ve Merrienboer, 1993; Paas, Tuovinen, vd., 2003). Bu yöntem zihinsel çaba ile performansı birleştirdiği için değerli bir ölçüm yöntemi olarak düşünülmektedir.



Şekil 2. Etkililik Puanları Hesaplanırken Dikkate Alınan Koordinat Sistemi

Göreve ilişkin performans ve verilen görevin tamamlanması için harcanan zihinsel çabanın birlikte ele alınması ile yapılan ölçümler, performans ve zihinsel çabanın ayrı ayrı ele alınması ile yapılan ölçümlere göre daha hassas sonuçlar vermektedir. Bu yöntem, öğrenme sürecinde ve görev ortamlarındaki bilişsel süreçlere daha duyarlı olduğundan ve bu süreçlere farklı bir anlayış getirdiğinden daha etkili ortamların tasarlanmasına ışık tutmaktadır.

3. Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, çoklu ortamlarda bilişsel yüklenmeye yönelik yapılan araştırmalar aşırı bilişsel yüklenmenin öğrenci başarısını olumsuz yönde etkilediğini göstermektedir. Bu konu üzerine yapılan araştırmalarda, belli tasarım ilkeleri kullanılarak konu dışı yükün azaltılabileceği ve çalışma belleğinde asıl yük ve etkili yük için daha fazla boş yer kalacağı böylece öğrencilerin aşırı bilişsel yüklenme problemi yaşamayacağı belirtilmektedir. Aşırı bilişsel yüklenmeyi engelleyeceği belirlenen tasarım ilkelerinin kullanıldığı araştırma sonuçları, öğrencilerin başarı, hatırlama ve transfer puanlarının arttığını göstermektedir. Bu çalışmada incelenen araştırmaların ortak amacı, çoklu ortamlarda bilişsel kapasiteyi etkili kullanarak başarıyı artırmak olmasına ve bilişsel yük kuramına uygun ilkeler göz önünde bulundurulmasına rağmen, bu araştırmaların çoğunda bilişsel yüklenme düzeyi bire bir ölçülmeyle başarı, bilişsel yüklenme ve yüklenme durumunun göstergesi olarak alınmıştır. Bazı araştırmalarda ise bilişsel yüklenme düzeylerinin belirlenmesinde kullanılması gereken ölçme yöntemlerine odaklanılmıştır.

Bundan sonra yapılacak olan çalışmalarda; başarı ile birlikte bilişsel yüklenme düzeyinin de ölçülerek aradaki ilişkilerin net olarak ortaya konulması gerekmektedir. Böylece, öğrencilerin başarılarındaki yükselmenin aşırı bilişsel yüklenmenin azalmasına bağlı olarak ortaya çıkıp çıkmadığı daha açık bir şekilde ortaya konulabilecektir. Ayrıca farklı ölçme yöntemleri kullanılarak aşırı bilişsel yükün ölçülmesine ilişkin karşılaştırmalar yapıp uygun ölçme yöntemleri ve bunların hangi durumlarda kullanılması gerektiği de belirlenmiş olacaktır.

Yaygın olarak kullanılmaya başlanan çoklu ortamları etkili, verimli ve çekici hale getirebilmek ve bu ortamların sınırlılığı olarak ortaya çıkan aşırı bilişsel yüklenme problemini ortadan kaldırmak için bilişsel yük kuramına dayalı yapılan araştırma sonuçlarına göre belirlenen ilkeler ışığında tasarımlar gerçekleştirilmelidir. Hazırlanan tasarımların gerçekten aşırı bilişsel yükü ortadan kaldırıp kaldırmadığını görebilmek için hedef kitlenin özelliklerine uygun daha önce bahsedilen ölçme yöntemlerinden biri

ya da birden fazlası kullanılmalıdır. Farklı özelliklere sahip öğrencilerin ihtiyaçlarına karşılamaya yönelik farklı çoklu ortamlar tasarlanmalı ve ortamların etkililiği değerlendirilmelidir. Ancak bu şekilde hangi tür tasarımların aşırı bilişsel yük problemini ortadan kaldırdığı ve daha etkili olduğu belirlenebilir. Bu tür araştırmaların yapılması ve öğrenme - öğretme süreçlerinde farklı özelliklere sahip öğrencilere uygun olan çoklu ortamların belirlenmesi, ülkemizde yaygınlaşmaya başlayan uzaktan eğitim süreçleri için de oldukça önem taşımaktadır.

4. Kaynaklar

- Alessi, S. M. ve Trollip, S. R. (2001). *Multimedia for Learning Methods and Development*. 3rd edition. Massachusetts, USA: Allyn and Bacon.
- Anglin, G. J., Vaez, H. ve Cunningham, K. L. (2004). Visual representation and learning: The role of static and animated graphics. D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communication and technology* (sf. 865-916). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Barron, A. E. (2004). Auditory instruction. D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communication and technology* (sf. 949-978). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bower, G.H. (1975). Cognitive psychology: an introduction. In W. K. Estes (Ed.), *Handbook of Learning and Cognitive Processes (Vol.1). Introduction to Concepts and Issues* (pp.25-80). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Brünken, R., Plass, J. L. ve Leutner, D. (2003). Direct measurement of cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 53-61.
- Brünken, R., Steinbacher, S., Plass, J. L. ve Leutner, D. (2002). Assessment of cognitive load in multimedia learning using dual-task methodology. *Experimental Psychology*, 49(2), 109-119.
- Chandler, P. ve Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, 8(4), 293-332.
- Chu, H. (1987). Effects of using on-screen learning aids and reading performance. Paper presented at Annual Convention of the Association for Educational Communications and Technology, Atlanta, Ga. Clark, R. C. (2003).
- Conklin, J. (1987). Hypertext: An introduction and survey. *IEEE Computer*, 20(9), 1-41.
- Demirbilek, M. (2004). *Effects of interface windowing modes and individual differences on disorientation and cognitive load in a hypermedia learning environment*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. University of Florida.

- Dias, P. ve Sousa, P. (1997). Understanding navigatipon and disorientation in hypermedia learning environments. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 6, (2). 173-185. AACE Digital Library veritabanından 08.01.2003 tarihinde ulaşılmıştır.
- Ellis, R. D. ve Kurniawan, S. D. (2000). Increasing the usability of online information for older users: A case study in participatory design. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 12(2).
- Flad, J. A. (2002). *The effects on increasing cognitive load on self-report and dual task measures of mental effort during problem solving*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Faculty of The Graduate School, University of Southern California.
- Gelder, B. ve Vroomen, J. (1997). Modality effect in immediate recall of verbal and non-verbal information. *Psychology Pres*, 9(1), 97-110.
- Hergenhahn, B. R. ve Olson, M. H. (1997). *An Introduction to Theories of Learning*. Fifth edition. New Jersey: Prentice Hall.
- Horton, S. (2000). *Web Teaching Guide: A Practical Approach to Creating Course Web Site*. New Haven, London: Yale University Pres.
- Jonassen, D. H., Howland, J., Moore, J. ve Marra, M. (2003). *Learning to Solve Problems with Technology: A constructivist Perspective*. Upper Saddle River, New Jersey: Merrill Prentice Hall.
- Kalyuga, S., Chandler, P. ve Sweller, J. (1999). Managing split-attention and redundancy in multimedia instruction. *Applied Cognitive Psychology*, 13, 351-372.
- Kalyuga, S., Chandler, P. ve Sweller, J. (2000). Incorporating learner experience into the design of multimedia instruction. *Journal of Educational Psychology*, 92(1), 126-136.
- Klett, F. (2002). Visual communication in web-based learning environments. *Educational Technology and Society*, 5(4), 38-48.
- Lever-Duffy, J., McDonald, J. B. ve Mizell, A. P. (2003). *Teaching and Learning with Technology*. New York, USA: Allyn and Bacon.
- Mayer, R. E. ve Anderson, R. B. (1991). Animations need narrations: An experimental test of a dual-coding hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 83(4), 484-490.
- Mayer, R. E ve Chandler, P. (2001). When learning is just a click away: Does simple buser interaction foster deeper understanding of multimedia messages? *Journal of Educational Psychology*, 93(2), 390-397.
- Mayer, R. E., Heiser, J. ve Lonn, S. (2001). Cognitive constraints on multimedia learning: When presenting more material results in less understanding. *Journal of Educational Psychology*, 93 (1). 187-198.

- Mayer, R. E. ve Moreno, R. (1998). A split attention effect in multimedia learning: evidence for dual processing systems in working memory. *Journal of Educational Psychology, 90*(2), 312-320.
- Mayer, R. E. ve Moreno, R. (2002). Aids to computer-based multimedia learning. *Learning and Instruction, 12*, 107-119.
- Mayer, R. E. ve Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist, 38*(1), 43-52.
- Mayer, R. E., Moreno, R., Boire, M. ve Vagge, S. (1999). Maximizing constructivist learning from multimedia communications by minimizing cognitive load. *Journal of Educational Psychology, 91*(4), 698-643.
- McDonald, S. ve Stevenson, R. J. (1996). Disorientation in hypertext: the effects of three text structures on navigating performance. *Applied Ergonomics, 27*(1), 61-68.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review, 63*, 81-97.
- Min, R. (2002). *Parallelism in interfaces: A search for cognitive overload with average users and ergonomic solutions*. <http://projects.edte.utwente.nl/pi/Papers/Parallelism.htm> adresinden 01.04.2003 tarihinde alınmıştır.
- Moreno, R. ve Mayer, R. E. (1999). Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity. *Journal of Educational Psychology, 91* (2), 358-368.
- Moreno, R. ve Mayer, R. E. (2002). Verbal redundancy in multimedia learning: When reading helps listening. *Journal of Educational Psychology, 94*(1), 156-163.
- Mousavi, S., Low, R., ve Sweller, J. (1995). Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. *Journal of Educational Psychology, 87*, 319-334.
- Murray, T. (2001). *Characteristics and affordances of adaptive hyperbooks*. Proceedings of WebNet 2001, Orlando, FL.
- National Education Training Group. (1996). *Multimedia*. <http://www.netg.com/netgpage/whymult.htm> adresinden 12.04.2003 tarihinde alınmıştır.
- Paas, F., Renkl, A. ve Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent development. *Educational Psychologist, 38*(1), 1-4.
- Paas, F., Renkl, A. ve Sweller, J. (2004). Cognitive load theory: Instructional implications of the interaction between information structures and cognitive architecture. *Instructional Science, 32*, 1-8.
- Paas, F., Tuovinen, J. E., Tabbers, H. ve Van Gerven, P. W. M. (2003). Cognitive Load measurement as a means to advance cognitive load theory. *Educational Psychologist, 38*(1), 63-71.

- Paas, F. ve Van Merriënboer, J. J. G. (1993). The efficiency of instructional conditions: An approach to combine mental effort and performance measures. *Human Factors*, 35(4), 737-743.
- Paas, F. ve Van Merriënboer, J. J. G. (1994). Instructional control of cognitive load in the training of complex cognitive tasks. *Educational Psychology Review*, 6, 351-372.
- Penney, C. G. (1989). Modality effects and the structure of short term memory. *Memory and Cognition*, 17, 398-422.
- Ramsey, T.D. (1996). *The Effects Of Multimedia Interface Design On Original Learning And Retention*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Virginia: Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Rogers, P. L. (2001). *Designing Instruction for Technology Enhanced Learning*. London: IRM Pres.
- Rummer, R. ve Engelkamp, J. (2001). Phonological information contributes to short term recall of auditorily presented sentences. *Journal of Memory and Language*, 45, 451-467.
- Schwier, R. A. ve Misanchuk, E. R. (1994). *Interactive Multimedia Instruction*. Englewood Cliffs, New Jersey: Educational Technology Publications.
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty and instructional design. *Learning and Instruction*, 4, 295-312.
- Sweller, J. (2004). Instructional design consequences of an Analogy between evolution by natural selection and human cognitive architecture. *Instructional Science*, 32, 9-31.
- Sweller, J. ve Chandler, P. (1991). Evidence for cognitive load theory. *Cognition and Instruction*, 8(4), 351-362.
- Sweller, J. ve Chandler, P. (1994). Why some material is difficult to learn. *Cognition and Instruction*, 12(3), 185-233.
- Sweller, J., Van Merriënboer, J. J. G. ve Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251-296.
- Tindall-Ford, S., Chandler, P. ve Sweller, J. (1997). When two sensory modes are better than one. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 3, 257-287.
- Van Gevren, P. W. M., Paas, F., Van Merriënboer J. J. G. ve Schmidt, H. G. (2000). Cognitive load theory and the acquisition of complex cognitive skills in the elderly: Towards an integrative framework. *Educational Gerontology*, 26, 503-521.