#

Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi

Vol: 45 No: 2 pp: 405-422

www.cufej.com

# The Effects of Multimedia Courseware Design Based on Cognitive Theory of Multimedia Learning on Academic Achievement and Instructional Efficiency

**M. Emre SEZGİN a[[1]](#footnote-1), Mahinur COŞKUN a**

aÇukurova Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Adana/Türkiye

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Article Info** |  | **Abstract** |
|  |  | The main aim of this study is to search the effect of teaching software which was designed based on Mayer’s Cognitive Theory of Multimedia Learning Principles (2001) on students’ academic achievement, retention levels and instructional efficiency. With this aim, post-test scores and repeated post-test scores of second grade students for Measurement and Evaluation course at Cukurova University, Faculty of Education, Computer and Instruction Education Technology Department were used. The study was carried out with the experimental group including 37 students and the control group consisting of 36 students on statistical concepts. While the teaching for the experimental group was carried out via software prepared considering cognitive theory principles in multimedia learning, the control group was taught via a computer presentation prepared by a subject expert. To collect the data for the study, statistical concepts academic achievement test and cognitive load scale were utilized. The results of the study indicated that teaching via a software designed in line with cognitive theory principles in multimedia learning was found to be more successful in students’ academic success, retention in learning and instructional efficiency when compared with teaching via computer presentation. |
|  |
| *Article history:* |  |
| ReceivedRevisedAccepted | 23 May 201603 July 201616 .September 2016 |  |
| *Keywords:* |  |
| Cognitive theory of multimedia learning,Cognitive load,Statistical concepts,Instructional efficiency. |  |

|  |
| --- |
| Çok Ortamlı Öğrenmede Bilişsel Kuram İlkelerine Göre Hazırlanan Öğretim Yazılımının Akademik Başarıya ve Öğretim Verimliliğine Etkisi |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Makale Bilgisi** |  | **Öz** |
|  |  | Araştırmanın genel amacı, bilgisayar ve öğretim teknolojileri eğitimi bölümü lisans programı ikinci sınıf ölçme ve değerlendirme dersinde Mayer’in Çok Ortamlı Öğrenmede Bilişsel Kuram ilkelerine (2001) göre hazırlanmış öğretim yazılımıyla yapılan öğretimin, öğrencilerin istatistiksel kavramlar akademik başarı testi sontest ve kalıcılık testleri puanlarına ve öğretim verimliliğine etkisini araştırmaktır. Araştırma, Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü ikinci sınıf öğrencileriyle istatistiksel kavramlar konusunda gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda 37, kontrol grubunda ise 36 öğrenci yer almıştır. Deney grubundaki öğretim, çok ortamlı öğrenmede bilişsel kuram ilkelerine göre hazırlanmış öğretim yazılımıyla bilgisayar kullanılarak gerçekleştirilirken, kontrol grubundaki öğretim ise konu alanı uzmanı tarafından hazırlanmış bilgisayar sunusu ile yine bilgisayar kullanılarak yapılmıştır. Veri toplama araçları olarak; istatistiksel kavramlar akademik başarı testi ve bilişsel yük ölçeği kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda, deney grubunda çok ortamlı öğrenmede bilişsel kuram ilkelerine göre hazırlanmış öğretim yazılımıyla bilgisayar ortamında gerçekleştirilen öğretimin, kontrol grubunda bilgisayar sunusu ile gerçekleştirilen öğretime oranla öğrencilerin akademik başarıları, öğrenmedeki kalıcılıkları ve öğretimdeki verimlilikleri üzerinde daha etkili olduğu belirlenmiştir. |
|  |
| *Makale Geçmişi:* |  |
| GelişDüzeltmeKabul | 23 Mayıs 201603 Temmuz 201616 Eylül 2016 |  |
| *Anahtar Kelimeler:* |  |
| Çok ortamlı öğrenmede bilişsel kuram,Bilişsel yük,İstatistiksel kavramlar,Öğretim verimliliği |  |

**Giriş**

The principal objective of educators has always been to optimize the efficiency and productivity of education. There have been numerous studies in the field of cognitive psychology conducted in search for underlying principles and methods of effective and efficient education processes. It can be stated that the majority of the experimental studies in this line have sought to find out and describe the characteristics of human learning and their impacts in any given educational process.

As a result of such studies, a new field of study combining human learning and education has been developed: the field of multimedia learning. Multimedia learning refers to the combination of text, graphics, animation, photography, video and audio systems in order to present a specific teaching content (Aldağ ve Sezgin, 2003).

It is frequently stated that the advances in technology have a significant role in the developments experienced in multimedia learning methods. According to Rouet, Levonen and Biardeau (2001), however, the research should focus on developing meaningful methods for educational implementations of technology rather than searching for the ways of applying technological tools.

For Mayer (2001), the properties of cognition and particularly of the working memory should be determined in order to develop multimedia learning frames since most of the learning during multimedia involvement occurs in the working memory.

İn the process of developing multimedia learning frames, it should be considered that the working memory has a limited capacity (Miller, 1956). Cognitive load is related to requirements of the working memory in the process of learning and to how these requirements affect the learning process. When multimedia learning design is poorly developed or includes too many content items (e.g., facts, concepts, principles, or functions, etc.) in a complicated way, the result is usually excessive cognitive load and decrease in actual learning (Sweller, Van Merrienboer & Paas, 1998).

Claiming that determining the relationship between cognitive load, working memory and instruction can be possible in multimedia learning atmosphere, Mayer (2001) has developed Cognitive Theory of Multimedia Learning.

The theories that have shaped the formation of Cognitive Theory of Multimedia Learning and their inter-relationships are displayed in Figure 1.

**Cognitive Theory of Multimedia Learning**

Dual Coding Theory

(A. Paivio)

Working Memory Model (A.Baddeley)

Cognitive Load Theory

(J. Sweller)

**Figure 1.** Cognitive Theory of Multimedia Learning (Mayer, 2001)

According to the theory, presenting multimedia learning in various designs considering different cognitive channels enables an easier learning experience. Therefore, a significant number of studies have been conducted to find out the impacts of such learning and yielded positive results. The majority of the studies on this issues have been done in the field of science and used animation based teaching soft wares designed to teach a particular science content (e.g., formation of thunders, the mechanism of car brakes, or circulation system, etc.).

Baddeley’s Working Memory Model (2003a; 2003b), which is also reflected in the theory, working memory as opposed to short-term memory has three components. These are controlled by an attention control mechanism called central executive. Under the central executive, Phonological loop and Visual-spatial sketchpad work as sub-mechanisms organizing the activities in the memory.

Another influencing theory is Cognitive Load Theory (Paas & Van Merriënboer, 1994), which refers to a multi-dimensional structure that indicates the cognitive load of a learner in the process of performing a task. An important point that needs to be considered regarding cognitive load theory is that a working memory has a limited capacity. Thus, learning environments should be carefully designed so as to distribute cognitive load efficiently (Chandler & Sweller, 1991).

Cognitive load theory has been developed based on various hypotheses on human cognitive structure (Mousavi, Lowe & Sweller, 1995). These are;

1. Human beings have limited working memory and functionality.
2. Long-term memory has an almost limitless capacity.
3. Organizing cognitive processes effectively reduces working memory load.

Cognitive load theory claims that teaching materials possess three independent cognitive load sources which affect the learner (Paas, Renkl & Sweller, 2003; Paas, Tuovinen, Tabbers & Van Germen, 2003; Sweller et. al., 1998). These are intrinsic cognitive load, extraneous cognitive load and Germane cognitive load. Intrinsic, extraneous and Germane cognitive loads affect the total working memory of a learner during learning. Therefore, the total of intrinsic, extraneous and Germane cognitive loads should not exceed the capacity of the working memory (Paas, Tuovinen, Tabbers & Van Germen, 2003).

One of the other theories impacting the theory is Dual Coding Theory. The focus of the Dual Coding Theory is based on specific experiments. The content of functionality of elements such as language and description varies to a great extend depending on the individual’s own experiences. The importance of spatial aptitude is also particularly stressed in the theory (Paivio, 1991).

For Paivio (1986), the individual’s cognitive system is unique since it is related to both language, i.e., verbal objects and events, and also to nonverbal objects and events. Also, language has an important role as it functions not only as linguistic inputs and outputs (in writing and reading) but also as a symbol for nonverbal objects and events as well.

According to the theory, words and pictures trigger independent visual and verbal codes. If there are a lot of pictures in the presented content, the learner can code this information to the long term memory using both verbal and visual traces. Such coding increases the possibility of recalling this multiple coding from long term memory even when either verbal or visual coding is lost (Rieber, 1990).

The main aim of the present study is to investigate the effect of teaching software which was designed based on Mayer’s Cognitive Theory of Multimedia Learning Principles (2001) on students’ academic achievement, retention levels and instructional efficiency.

In this respect, the following hypotheses have been searched for:

 **Experimental Group:** The group that was taught using software designed in line with cognitive theory principles in multimedia learning.

 **Control group:** The group that was taught using computer presentation by an expert.

**Hypothesis-1:** When total pre-test scores from control and experimental group is controlled, there is a significant difference in academic achievement post-test scores of both groups in favor of experimental group.

**Hypothesis-2:** When total post-test scores from control and experimental group is controlled, there is a significant difference in academic achievement retention post-test scores of both groups in favor of experimental group.

**Hypothesis-3:** Instructional efficiency related average scores calculated based on cognitive load scores and post-test scores of experimental and control groups differ significantly in favor of experimental group.

**Method**

The study was conducted following quasi-experimental design.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Group** | **Pre-test** | **Intervention / Method** | **Post-test** | **Interval** | **Retention****Test** |
| A | O1.1 | X1 | O1.2 | t | O1.3 |
| B | O2.1 | X2 | O2.2 | O2.3 |

**A :** The experimental group who used the teaching software which was designed by the researcher based on Mayer’s Cognitive Theory of Multimedia Learning Principles

**B :** The control group who used PowerPoint presentation prepared by an expert

**X1 :** The instruction given via teaching software which was designed by the researcher based on Mayer’s Cognitive Theory of Multimedia Learning Principles

**X2 :** The instruction given via PowerPoint presentation prepared by an expert

**O1.1, O2.1 :** Pre-test

**O1.2, O2.2 :** Post-test

**t :** Two-week interval after the Post-test.

**O1.3, O2.3 :** Retention Test

**Participants**

The participants of the study were second grade students at Cukurova University, Faculty of Education, Computer and Instruction Education Technology Department. The main reason for choosing this group of students was their being more advanced in computer literacy as both control and the experimental group would be required to use computer throughout the study.

In the study, the concepts of *population, sample, parameter, variable, testing, scale and data* were chosen among the main statistical concepts studied in `Measurement and Evaluation` course at the second grade of Computer and Instruction Education Technology Department at Cukurova University, Faculty of Education.

**Data Collection Instruments**

The experimental group received instruction via a teaching software which was designed by the researcher based on Mayer’s Cognitive Theory of Multimedia Learning Principles. The software was developed using Adobe Authorware 7. The animations in the software were prepared using Adobe Flash and Adobe Photoshop was used for graphics.

The teaching material used for the control group consisted a PowerPoint presentation prepared by an expert using Microsoft PowerPoint. The same eight concepts were used in the control group as well to provide consistency. The researcher did not interfere with the material used in the control group and no change was made in the presentation.

Statistical Concepts Academic Achievement Test (ICAAT) and Cognitive Load Scale (CLS) were used as data collection instruments.

The piloting results of ICAAT are displayed in Table 1.

**Table 1.**

*Statistical Concepts Academic Achievement Test Pilot Study Analysis Results*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No of Questions** | **N** |  | **Sd** | **Mean** | **Max** |  | **KR–20** |
| 48 | 156 | 27.52 | 7.09 | 28.00 | 27.00 | .57 | .82 |

**Data Analysis**

ANCOVA, t-test and instructional efficiency analyses were used to analyse the data statistically and α = .05 was determined for significance point.

**Findings**

As shown in Table 2, based on corrected pre-test academic achievement average results of experimental and control group there is a significant difference in academic achievement post-test scores of both groups in favour of experimental group [F(1–70)=19.216, p<.001]. Therefore, hypothesis 1 is **confirmed.**

**Table 2.**

*ANCOVA Results of Average post-test Scores of Both Groups Based on Corrected pre-test Academic Achievement Average Scores*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Source of Variance** | **Sum of Squares** | **sd** | **Means of Squares** | **F** | **p** |
| Pre-test | 356.191 | 1 | 356.191 | 18.210 | .000 |
| Group | 375.856 | 1 | 375.856 | 19.216 | .000 |
| Error | 1369.196 | 70 | 19.560 |  |  |
| Total | 2106.685 | 72 |  |  |  |

As Table 3 displays, there is a significant difference between the experimental group and the control group regarding the total retention academic scores favouring the experimental group’s scores [F(1–70)=48.176, p<.05]. This finding verifies hypothesis–2.

**Table 3.**

*ANCOVA Test Results For Both Groups From Academic Achievement Post-Test Corrected Average Retention Scores*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Source of Variance** | **Sum of Squares** | **sd** | **Mean of Squares** | **F** | **p** |
| Post-test | 1319.066 | 1 | 1319.066 | 302.990 | .000 |
| Group | 209.732 | 1 | 209.732 | 48.176 | .000 |
| Error | 304.745 | 70 | 4.354 |  |  |
| Total | 2717.836 | 72 |  |  |  |

Regarding hypothesis–3, post-test scores of experimental and control group were compared with the cognitive load scores from both groups obtained from cognitive load scale in terms of instructional efficiency variable. First, total scores for post-test and z-scores from cognitive load scores were calculated for each student. Then, average z-scores were calculated for both post-test total scores and cognitive load scores. These scores were calculated using the formula given in Figure 2.

**Figure 2.** Instructional Efficiency Formula (Paas ve Merriënboer, 1993).

**(Zperformance – Zmental effort)**

**E**

**=**

**Zperformance = Performance z-score**

**Zmental effort = Mental Effort z-score**

Table 4 presents the results of average mental effort z-scores for different teaching methods based on instructional efficiency, average learning z-scores, and instructional efficiency scores for both control and experimental groups

**Table 4.**

*Mental Effort z-Score, Performance z-Score, and Instructional Efficiency z-Score for the Two Teaching Methods*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **GROUPS** | **Mental Effort****[Cognitive Load]****(Z-Score)** | **Performance****(Z-Score)** | **Instructional efficiency****(Z-Score)** |
| **Experimental** | - .228 | .417 | .456 |
| **Control** | .235 | - .428 | - .469 |

As Table 4 displays, the mean score for the control group’s mental effort z-score (.235) is higher than that of the experimental group’s (-.228). However, the control group’s performance z-score average (-.428) is lower than the experimental group’s average z-score (.417) for performance. When these results are calculated to determine the group’s instructional efficiency z-scores using the formula given in Figure 2, it was found that instructional efficiency z-score for the experimental group is .456 and it is -.469 for the control group.

T-test was conducted to investigate whether the difference in instructional efficiency between the control group and the experimental group is statistically significant. Previous to analysing the groups’ instructional efficiency results, the groups’ instructional efficiency variance scores were compared to determine if there was a statistically significant difference. The Levene Homogenity test revealed that the groups had equivalent variance scores and that t-test could be conducted to analyse the differences [F =.957, p>.05]. Table 5 presents t-test results of the groups’ instructional efficiency scores.

**Table 5.**

*T-test Results of Efficiency Test for Experimental and Control Groups*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **GROUPS** | **N** |  | **SS** | **sd** | **t** | **p** |
| **Experimental** | 37 | .456 | 1.12 | 71 | -3.82 | .000 |
| **Control** | 36 | - .469 | .94 |  |  |  |

T-test results indicate that instructional efficiency mean scores of the two groups differed significantly [t(71)= -3.82, p<.05]. In order to determine the tendency of the difference, the groups’ instructional efficiency mean scores were analysed. Accordingly, the experimental group (.456) had a higher mean score than the control group (- .469), indicating that the experimental group had higher efficiency scores in the tasks than the control group. This finding enabled us to confirm hypothesis-3.

Figure 3 displays instructional efficiency z-scores for experimental and control groups on z-coordinate equation.



**Figure 3.** Instructional Efficiency Levels on Z-Coordinates for Experimental and Control Groups Based on Received Educational Implementations

Figure 3 indicates that instructional efficiency levels of the experimental group (V=.456) was higher than that of control group (V= - .469). As Figure 3 shows, instructional efficiency levels of the experimental group is on the high efficiency area of the coordinate axes and instructional efficiency levels of the control group is on the low efficiency area of the coordinate axes.

**Discussions and Conclusion**

Since the experimental group who used the teaching software which was designed by the researcher based on Mayer’s Cognitive Theory of Multimedia Learning Principles had higher scores in the post-test compared to the control group who used PowerPoint presentation prepared by an expert, it can be claimed that the teaching delivered via teaching software which was designed based on Mayer’s Cognitive Theory of Multimedia Learning Principles was more effective on learners’ total academic scores than the instruction given via PowerPoint presentation.

The findings suggest that using a teaching software based on Mayer’s Cognitive Theory of Multimedia Learning Principles (Mayer, 2001) can be more effective than the instruction given via computer presentation. A significant amount of research has indicated similar findings on the efficiency of such a program (Mayer, Moreno, 2002a; Mayer & Moreno, 2002b; Mayer, Mautone & Prothero, 2002; Mayer, 1999; Mayer, Bowe, Bryman, Mars & Tapangco, 1996; Moreno & Mayer, 2002; Mayer, Heiser & Lonn, 2001; Mayer & Moreno, 1998; Mayer & Gallini, 1990; Mayer & Anderson, 1991; Mayer & Anderson, 1992; Mayer & Sims, 1994; Mayer, Steinhoff, Bower & Mars, 1995).

As the experimental group who used the teaching software which was designed by the researcher based on Mayer’s Cognitive Theory of Multimedia Learning Principles had higher mean scores in the retention test compared to the control group who used PowerPoint presentation prepared by an expert, it can be claimed that the teaching delivered via teaching software which was designed based on Mayer’s Cognitive Theory of Multimedia Learning Principles was more effective on learners’ total retention academic scores than the teaching delivered using PowerPoint presentation.

The retention tests given to both the experimental group and the control group two weeks following the implementation of the teaching programs show that the teaching software designed based on Mayer’s Cognitive Theory of Multimedia Learning Principles had a higher impact on the learners’ retention mean scores in the experimental group than the learners’ retention mean scores in the control group. The significant difference in the scores of these two groups can be the result of implementing the teaching software designed based on Cognitive Theory of Multimedia Learning Principles. The previous studies focusing on retention support this finding (Mayer & Moreno, 1998; Moreno & Mayer, 1999; Mayer & Moreno, 2003; Mautone & Mayer, 2001).

The results also show that the teaching delivered via teaching software which was designed based on Cognitive Theory of Multimedia Learning Principles was more effective than the teaching delivered using PowerPoint presentation for the control group considering the higher mean scores in the experimental group’s instructional efficiency scores calculated based on cognitive load scores and total post-test scores.

The findings suggest that teaching via a program designed based on Multimedia Learning Principles had a significant effect in the higher scores attained by the experimental group. The efficiency of the program led to a decrease in the experimental group’s cognitive load scores while leading to an incline in their instructional efficiency scores (Figure 3). The results of the studies conducted by Kılıç (2006), Kablan and Erden (2008) and Kablan (2005) are in line with the findings obtained in the present study and thus support our results.

**Acknowledgements**

The present study is based on the doctoral thesis titled “The Effects of Multimedia Courseware Designed Based on Cognitive Theory of Multimedia Learning on Cognitive Load, Performance Levels and Retention“ which was submitted to Cukurova University, Social Sciences Institution in 2009 completed under the supervision of Asst. Prof. Dr. Mahinur COŞKUN

# Türkçe Sürümü

**Giriş**

Öğretimin etkililiğini ve verimliliğini arttırmak, eğitimcilerin devamlı olarak birinci hedefi olmuştur. Bu hedefe ulaşmak için, bilişsel psikoloji alanında etkili ve verimli öğretimin temelini oluşturan süreçler üzerinde pek çok araştırma yapılmıştır. Bu alanda son yıllarda yapılan deneysel araştırmaların çoğunun insan öğrenmesinin doğasındaki karakteristiklerin betimlenmesi ve bu karakteristiklerin öğretimdeki etkisi ile ilgili olduğu söylenebilir.

Yapılan araştırmalar sonucunda, insan öğrenmesi ve eğitim araştırmalarının bütünleştiği yeni bir alan ortaya çıkmıştır. Bu bütünleşmeyle ortaya çıkan öğretim teknolojisi alanı çoklu ortamdır. Çoklu ortam; belirli bir içeriğin sunumu için metin, grafik, canlandırma, fotoğraf, video ve ses gibi farklı sembol sistemlerinin birbirlerini tamamlayacak biçimde bütünleştirilmesidir (Aldağ ve Sezgin, 2003).

Öğretimde çoklu ortam çevrelerinin gelişmesinde teknolojinin ilerlemesinin etkisi olduğu söylenebilir. Rouet, Levonen ve Biardeau (2001)’ya göre öğretimde teknolojiyle neler yapılabileceğinden çok, anlamlı öğretimsel uygulamaların düzenlenmesi için neler yapılması gerektiği üzerinde durulmalıdır.

Mayer’e göre (2001) etkili çoklu ortam öğrenme çevrelerinin düzenlenmesi için bilişsel yapının ve özellikle çalışan belleğin özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Çünkü çok ortamlı öğrenmenin büyük bir bölümü çalışan bellekte gerçekleşmektedir.

Çok ortamlı öğrenmede tasarım sürecinde üzerinde dikkatle durulması gereken konu, çalışan belleğin sınırlı kapasiteye sahip olduğudur (Miller, 1956). Bilişsel yük, öğrenme sürecinde çalışan belleğin gereksinimleri ve bu gereksinimlerin öğrenme sürecini nasıl etkilediği ile ilgilidir. Çok zayıf ve özensiz tasarımlanan çoklu ortam öğrenme çevreleri veya pek çok içerik türünün (olgu, kavram, ilke, işlem) karmaşık olarak bütünleştirilmesi bilişsel yükü arttırmakta ve öğrenmeyi azaltmaktadır (Sweller, Van Merrienboer ve Paas, 1998).

Bilişsel yük, çalışan bellek ve öğretim arasındaki ilişkinin anlamlılığını tespit etmenin öğretimin çoklu ortam formunda yapılmasıyla mümkün olabileceğini ve ayrıca çok ortamlı öğrenmenin çoğunun çalışan bellekte gerçekleştiğini öne süren Mayer (2001) buradan hareketle Çok Ortamlı Öğrenmede Bilişsel Kuramı geliştirmiştir.

Çok ortamlı öğrenmede bilişsel kuramın ortaya çıkışında etkisi olduğu düşünülen kuramlar ve bunların ilişkisi Şekil 1’de gösterilmiştir.

**Çok**

**Ortamlı Öğrenmede Bilişsel**

**Kuram**

İkili Kodlama

Kuramı

(A. Paivio)

Çalışan Bellek Modeli (A.Baddeley)

Bilişsel Yük Kuramı

(J. Sweller)

**Şekil 1.** Çok Ortamlı Öğrenmede Bilişsel Kuram (Mayer, 2001)

Kurama göre, çoklu ortam çevrelerinin farklı sunum biçimlerinde ve farklı bilişsel kanallar için tasarımlanması anlamlı öğrenmeyi kolaylaştırmaktadır. Bu gerekçe ile pek çok araştırma gerçekleştirilmiş ve genellikle anlamlı öğrenmenin oluşmasını sağlayan olumlu sonuçlar alınmıştır. Yürütülen araştırmaların çoğu fen bilimlerindeki disiplinlerde gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmalarda çoğunlukla belirli bir konuda (şimşeğin oluşumu, otomobil fren sisteminin çalışması, dolaşım sistemi vs.) canlandırmaların olduğu öğretim yazılımları kullanılmıştır.

Kuramı etkileyen Baddeley’in Çalışan Bellek Modeli’ne göre (2003a; 2003b); kısa süreli bellek kavramı yerine kullanılan çalışan bellek, üç bileşenden oluşmaktadır. Bu bellek merkezi yönetici (central executive) olarak adlandırılan bir kontrol dikkat mekanizması tarafından yönetilmektedir. Merkezi yönetim, onun alt sistemleri olan fonolojik döngü (Phonological loop) ve görsel-mekansal kopyalamadaki (Visuo-spatial sketchpad) etkinlikleri düzenlemektir.

Kuramı etkileyen bir diğer kuram olan bilişsel yük kuramı, bir görev yürütülürken öğreneni etkileyen bellek yüküne işaret eden çok boyutlu bir yapıdır (Paas ve Van Merriënboer, 1994). Bilişsel yük kuramı ile ilgili olarak söylenebilecek olmazsa olmaz nokta, çalışan belleğin sınırlı bir kaynağa sahip olduğudur. Bu yüzden, çalışan bellek üzerinde bilişsel yükün dikkatlice dağıtılması için öğrenme çevrelerinin başarılı bir şekilde düzenlenmesi gerekmektedir (Chandler ve Sweller, 1991).

Bilişsel yük kuramı, insan bilişsel mimarisiyle yakından ilgili pek çok varsayım üzerine kurulmuştur Mousavi, Lowe ve Sweller (1995). Bunlar;

1. İnsanlar sınırlı çalışan bellek ve işlem kapasitesine sahiptir.
2. Uzun süreli bellek hemen hemen sınırsız bir kapasiteye sahiptir.
3. Bilişsel süreçlerin düzenlenmesi çalışan bellek yükünü azaltmaktadır.

Bilişsel yük kuramında, öğretim materyallerinin öğreneni üç bağımsız bilişsel yük kaynağıyla etkilediği öne sürülmektedir (Paas, Renkl ve Sweller, 2003; Paas, Tuovinen, Tabbers ve Van Germen, 2003; Sweller ve diğerleri, 1998). Bunlar içsel bilişsel yük (Intrinsic Cognitive Load), dışsal bilişsel yük (Extraneous Cognitive Load) ve etkili bilişsel yüktür (Germane Cognitive Load). İçsel, dışsal ve etkili bilişsel yük, öğretim sırasında öğreneni etkileyen toplam çalışan bellek kapasitesini etkilemektedir. Bu nedenle içsel, dışsal ve etkili bilişsel yüklerin toplamı çalışan bellek kapasitesini aşmamalıdır (Paas, Tuovinen, Tabbers ve Van Germen, 2003)

Kuramı etkileyen diğer bir kuram ise İkili Kodlama Kuramıdır. Kuramın odak noktası, birtakım özel deneylere dayanmaktadır. Dil ve betimleme ile ilgili yararlı içeriğin işlevselliği her bireyin kendine özgü deneyimlerine bağlı olarak büyük ölçüde değişiklik göstermektedir. Ayrıca kuramda uzamsal yeteneklerin (spatial aptitude) önemi de vurgulanmaktadır (Paivio, 1991).

Paivio’ya göre (1986), bireyin bilişsel sistemi benzersizdir. Çünkü hem dille yani sözel nesne ve olaylarla, hem de sözel olmayan nesne ve olaylarla ilgilenmektedir. Ayrıca dil; dilbilimsel giriş ve çıkışla (konuşma ve yazma formunda) ilgili olduğundan ve aynı zamanda sözel olmayan nesne, olay ve davranışların sembolik bir fonksiyonu olarak kullanılabildiğinden özel bir yapıya sahiptir.

Kurama göre, sözcükler ve resimler bağımsız görsel ve sözlü kodları harekete geçirmektedir. Sunulacak içerikte çok fazla resim varsa, öğrenen bu bilgiyi hem sözlü hem de görsel izi (trace) kullanarak uzun süreli belleğe (Long Term Memory) kodlayabilir. Bu birden fazla olan kodlama işlemi bellekten tekrar çağırma olasılığını arttırmakta ve görsel ya da sözlü izden (trace) biri kaybolursa bir diğeri rahatlıkla kullanılabilmektedir (Rieber, 1990).

Araştırmanın genel amacı, bilgisayar ve öğretim teknolojileri eğitimi bölümü lisans programı ikinci sınıf ölçme ve değerlendirme dersinde Mayer’in Çok Ortamlı Öğrenmede Bilişsel Kuram ilkelerine (2001) göre hazırlanmış öğretim yazılımıyla yapılan öğretimin, öğrencilerin akademik başarılarına, kalıcılık puanlarına ve öğretim verimliliğine etkisini araştırmaktır.

Bu genel amaç doğrultusunda aşağıdaki denenceler test edilmiştir:

**Deney Grubu:** Çok Ortamlı Öğrenmede Bilişsel Kuramın ilkelerine göre hazırlanmış öğretim yazılımının kullanıldığı grup.

**Kontrol Grubu:** Konu alanı uzmanı tarafından hazırlanmış bilgisayar sunusunun kullanıldığı grup.

**Denence-1:** Deney grubu ile kontrol grubunun akademik başarı öntest toplam puanları kontrol altına alındığında, *akademik başarı sontest toplam puanlarının ortalamaları arasında* deney grubu lehine anlamlı bir fark vardır.

**Denence-2:** Deney grubu ile kontrol grubunun akademik başarı sontest toplam puanları kontrol altına alındığında, *akademik başarı kalıcılık toplam puanlarının ortalamaları arasında* deney grubu lehine anlamlı bir fark vardır.

**Denence-3:** Deney grubu ile kontrol grubunun bilişsel yük puanlarına ve sontest toplam puanlarına göre hesaplanan *öğretim verimliliği ile ilgili puan ortalamaları arasında* deney grubu lehine anlamlı bir fark vardır.

**Yöntem**

Araştırma, ön test-son test kontrol gruplu yarı-deneysel desene (quasi-experimental design) göre yapılmıştır.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Grup** | **Ön-test** | **Kullanılan Yöntem** | **Son-test** | **Ara** | **Kalıcılık Testi** |
| A | O1.1 | X1 | O1.2 | t | O1.3 |
| B | O2.1 | X2 | O2.2 | O2.3 |

**A :** Çok ortamlı öğrenmede bilişsel kuram ilkelerine göre, araştırmacı tarafından hazırlanmış öğretim yazılımının kullanıldığı deney grubu

**B :** Konu alanı uzmanı tarafından hazırlanmış bilgisayar sunusunun (Powerpoint) kullanıldığı kontrol grubu

**X1 :** Çok ortamlı öğrenmede bilişsel kuram ilkelerine göre hazırlanmış öğretim yazılımıyla yapılan öğretim

**X2 :** Bilgisayar sunusu (Powerpoint) olarak hazırlanmış içerikle yapılan öğretim

**O1.1, O2.1 :** Öntest

**O1.2, O2.2 :** Sontest

**t :** Sontestten sonra verilen iki haftalık ara.

**O1.3, O2.3 :** Kalıcılık testi

**Katılımcılar**

Araştırmanın çalışma grubunu, Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü 2. sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Çalışmanın Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü 2. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmesinin en önemli nedeni, eğitim fakültesindeki diğer bölümlere göre daha iyi bilgisayar okur-yazarı olmalarıdır. Çünkü araştırma hem deney hem de kontrol grubu için bilgisayar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu durumlardan dolayı, hem deney hem de kontrol grubundaki öğrencilerin bilgisayar kullanma becerisine sahip olmaları gerekmektedir.

Araştırmada, Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Bölümü’nde okutulan MB–204 ders kodlu “Ölçme ve Değerlendirme” dersinde geçen temel istatistiksel kavramlardan olan *çalışma evreni, örneklem, parametre, istatistik, değişken, ölçme, ölçek ve veri* alınmıştır. Bu kavramların öncelikle kavram analizleri yapılmıştır.

**Kullanılan Veri Toplama Araçları**

Deney grubunda öğretim materyali olarak, araştırmacı tarafından çok ortamlı öğrenmede bilişsel kuram ilkelerine göre hazırlanmış bir öğretim yazılımı kullanılmıştır. Yazılım temelde Adobe Authorware 7 kullanılarak geliştirilmiştir. Yazılımdaki animasyonlar Adobe Flash, grafikler ise Adobe Photoshop kullanılarak hazırlanmıştır.

Kontrol grubunda kullanılan öğretim materyali, ölçme ve değerlendirme dersini veren konu alanı uzmanı tarafından, Microsoft Powerpoint programı kullanılarak bilgisayar sunusu olarak hazırlanmıştır. Deney grubundaki yazılımın sırasıyla tutarlı olması açısından, seçilen sekiz kavram aynı şekilde kontrol grubunda da kullanılmıştır. Kontrol grubundaki materyale araştırmacının hiçbir şekilde müdahalesi olmamıştır. Sunu üzerinde hiçbir değişiklik yapılmamıştır.

Çalışmada, veri toplama araçları olarak istatistiksel kavramlar akademik başarı testi (İKABT) ve bilişsel yük ölçeği (BYÖ) kullanılmıştır.

İstatistiksel kavramlar akademik başarı testi (İKABT) pilot çalışma analiz sonuçları Tablo 1’de gösterilmiştir.

**Tablo 1.**

*İstatistiksel Kavramlar Akademik Başarı Testi Pilot Çalışma Analiz Sonuçları*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Soru Sayısı** | **N** |  | **SS** | **Ortanca** | **Tepe Değer** |  | **KR–20** |
| 48 | 156 | 27.52 | 7.09 | 28.00 | 27.00 | .57 | .82 |

**Veri Analizi**

Verilerin analizinde, tek faktörlü ANCOVA, t-testi ve öğretim verimliliği analizi kullanılmış, farkların anlamlılığı α = .05 düzeyinde test edilmiştir.

**Sonuçlar**

Tablo 2’de de görüldüğü gibi, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin akademik başarı öntest ortalama puanlarına göre düzeltilmiş akademik başarı sontest ortalama puanları arasında deney grubu lehine anlamlı fark vardır [F(1–70)=19.216, p<.001]. Bu bulguya göre, denence–1 doğrulanmıştır.

**Tablo 2.**

*Akademik Başarı Öntest Ortalama Puanlarına Göre Düzeltilmiş Sontest Ortalama Puanlarının Gruplara Göre ANCOVA Sonuçları*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Varyansın Kaynağı** | **Kareler Toplamı** | **sd** | **Kareler Ortalaması** | **F** | **p** |
| Öntest | 356.191 | 1 | 356.191 | 18.210 | .000 |
| Grup | 375.856 | 1 | 375.856 | 19.216 | .000 |
| Hata | 1369.196 | 70 | 19.560 |  |  |
| Toplam | 2106.685 | 72 |  |  |  |

Tablo 3’de görüldüğü gibi, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin akademik başarı kalıcılık toplam ortalama puanları arasında deney grubu lehine anlamlı fark vardır [F(1–70)=48.176, p<.05]. Bu bulguya göre denence–2 doğrulanmıştır.

**Tablo 3.**

*Akademik Başarı Sontest Ortalama Puanlarına Göre Düzeltilmiş Kalıcılık Ortalama Puanlarının Gruplara Göre ANCOVA Sonuçları*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Varyansın Kaynağı** | **Kareler Toplamı** | **sd** | **Kareler Ortalaması** | **F** | **p** |
| Sontest | 1319.066 | 1 | 1319.066 | 302.990 | .000 |
| Grup | 209.732 | 1 | 209.732 | 48.176 | .000 |
| Hata | 304.745 | 70 | 4.354 |  |  |
| Toplam | 2717.836 | 72 |  |  |  |

Denence–3 ile ilgili olarak; deney ve kontrol gruplarının sontest toplam puanları ile bilişsel yük ölçeğinden elde edilen bilişsel yük puanları öğretim verimliliği düzeyi açısından karşılaştırılmıştır. Öncelikle deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin sontest toplam puanları ile bilişsel yük puanlarının z-değerleri her bir öğrenci için bulunmuştur. Daha sonra hem sontest toplam, hem de bilişsel yük puanlarına ait z-değerlerinin ortalamaları bulunmuştur. Bu değerler Şekil 2’deki formülde yerine konularak, gerekli hesaplamalar yapılmıştır.

**(Zöğrenme – Zzihinsel çaba)**

**V**

**=**

**Zöğrenme = Öğrenme z-puanı**

**Zzihinsel çaba = Zihinsel Çaba z-puanı**

**Şekil 2.** Öğretim Verimliliği Formülü (Paas ve Merriënboer, 1993).

Öğretim verimliliğine dayalı olarak öğretim biçimleriyle ilgili zihinsel çaba ortalama z-puanları, öğrenme ortalama z-puanları ve bunlara dayalı olarak hem deney hem de kontrol grubu için hesaplanan öğretim verimliliği değerleri Tablo 4’de verilmiştir.

**Tablo 4.**

*Öğretim Biçimleriyle İlgili Zihinsel Çaba Z-Puanları, Öğrenme Z-Puanları ve Öğretim Verimliliği Değerleri*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **GRUPLAR** | **Zihinsel Çaba****[Bilişsel Yük]****(Z-Puanı)** | **Öğrenme****(Z-Puanı)** | **Öğretim Verimliliği****(Z-Puanı)** |
| **DENEY** | - .228 | .417 | .456 |
| **KONTROL** | .235 | - .428 | - .469 |

Tablo 4’de görüldüğü gibi, kontrol grubundaki öğrencilerin zihinsel çaba z-puanları ortalaması (.235), deney grubundaki öğrencilerin zihinsel çaba z-puanlarının ortalamasından (-.228) daha yüksektir. Bununla birlikte kontrol grubundaki öğrencilerin öğrenme z-puanları ortalaması (-.428), deney grubundaki öğrencilerin öğrenme z-puanlarının ortalamasından daha düşüktür. Bu puanlara göre; Şekil-2’deki formülle hesaplanan öğretim verimliliği z-puanları deney grubundaki öğrenciler için .456, kontrol grubundaki öğrenciler için ise -.469 olarak bulunmuştur.

Deney ve kontrol grubunun öğretim verimliliği puanları arasındaki farkın anlamlılığı için t-testi yapılmıştır. Öğretim verimliliği puanları analiz edilmeden önce grupların verimlilik puanı varyansları arasında anlamlı fark bulunup bulunmadığı test edilmiştir. Yapılan Levene homojenlik testi sonucunda iki grubun varyanslarının eşit olduğu görülmüş ve bu iki grubun öğretim verimliliği ortalama puanları arasındaki farka bakmak amacıyla t-testi yapılabileceğine karar verilmiştir [F =.957, p>.5]. Deney ve kontrol gruplarında yürütülen öğretim etkinlikleri arasındaki öğretim verimliliğine ilişkin t-testi sonuçları Tablo 5’de verilmiştir.

**Tablo 5.**

*Deney ve Kontrol Gruplarının Öğretim Verimlilik Puanlarına İlişkin t-Testi Sonuçları*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **GRUPLAR** | **N** |  | **SS** | **sd** | **t** | **p** |
| **Deney** | 37 | .456 | 1.12 | 71 | -3.82 | .000 |
| **Kontrol** | 36 | - .469 | .94 |  |  |  |

Yapılan t-testi sonucunda deney ve kontrol gruplarının öğretim verimliliği ile ilgili ortalama puanları arasında anlamlı fark bulunmuştur [t(71)= -3.82, p<.05]. Farkın yönünü belirlemek amacıyla Tablo 4’de yer alan öğretim verimliliği aritmetik ortalama değerlerine bakılmış, deney grubundaki öğrencilerin aritmetik ortalamasının (.456), kontrol grubundaki öğrencilerin aritmetik ortalamasından (-.469) daha fazla olmasından dolayı deney grubundaki öğretim etkinliğinin kontrol grubundaki öğretim etkinliğinden daha yükseköğretim verimliliği gösterdiği sonucuna varılmıştır. Bu bulguya göre ise denence–3 doğrulanmıştır.

Şekil 3’de deney ve kontrol gruplarında yürütülen öğretim etkinliklerine ait öğretim verimliliği z-puanları z-koordinat denklemi üzerinde gösterilmiştir.

**0.2**

**0.4**

**0.6**

**0.8**

**1.0**

**- 0.2**

**0.2**

**- 0.4**

**- 0.6**

**- 0.8**

**- 1.0**

**0.4**

**0.6**

**0.8**

**1.0**

**- 1.0**

**- 0.8**

**- 0.6**

**- 0.4**

**- 0.2**

**V=0**

**Yüksek**

**Verimlilik**

**Düşük**

**Verimlilik**

**Öğrenme**

**Zihinsel**

**Çaba**

**DENEY**

**KONTROL**

**V= .456**

**V= - .469**

**Şekil 3.** Deney ve Kontrol Gruplarında Yürütülen Öğretim Etkinliklerinin Z-Koordinat Üzerindeki Öğretim Verimlilik Düzeyleri

Şekil 3’e göre, deney grubundaki öğrencilerin öğretim verimliliği düzeyleri (V=.456), kontrol grubuna (V= - .469) göre daha yüksek çıkmıştır. Şekil 3’den de görüleceği üzere, bu değerlere göre deney grubundaki öğretim verimliliği değeri koordinat ekseninin yüksek verimlilik bölgesinde, kontrol grubunun öğretim verimliliği değeri ise düşük verimlilik bölgesinde yer almıştır.

**Tartışma ve Öneriler**

Çok ortamlı öğrenmede bilişsel kuram ilkelerine göre hazırlanmış öğretim yazılımının kullanıldığı deney grubu ile konu alanı uzmanı tarafından hazırlanmış bilgisayar sunusunun kullanıldığı kontrol grubunun sontest toplam puanlarının ortalamaları arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark görüldüğünden, çok ortamlı öğrenmede bilişsel kuram ilkelerine göre hazırlanmış öğretim yazılımıyla gerçekleştirilen öğretim, bilgisayar sunusuyla yapılan öğretime göre öğrencilerin toplam akademik başarıları üzerinde daha etkili olmuştur.

Bu bulgulara göre; çok ortamlı öğrenmede bilişsel kuram ilkelerine göre hazırlanmış yazılımla gerçekleştirilen öğretimin, bilgisayar sunusu kullanılarak yapılan öğretime göre daha etkili olduğu söylenebilir. Mayer ve arkadaşları tarafından yıllardır sürdürülen araştırmalarla elde edilen çok ortamlı öğrenmede bilişsel kuram ilkelerine (Mayer, 2001) göre tasarlanmış öğretim materyalleri kullanılarak gerçekleştirilecek bir öğretimin etkili olacağı düşünülmektedir. Bu durumun yapılan pek çok araştırmada etkililiği kanıtlanmıştır (Mayer, Moreno, 2002a; Mayer ve Moreno, 2002b; Mayer, Mautone ve Prothero, 2002; Mayer, 1999; Mayer, Bowe, Bryman, Mars ve Tapangco, 1996; Moreno ve Mayer, 2002; Mayer, Heiser ve Lonn, 2001; Mayer ve Moreno, 1998; Mayer ve Gallini, 1990; Mayer ve Anderson, 1991; Mayer ve Anderson, 1992; Mayer ve Sims, 1994; Mayer, Steinhoff, Bower ve Mars, 1995). Bu araştırmalardan elde edilen sonuçlar, çok ortamlı öğrenmede bilişsel kuram ilkelerine göre hazırlanmış öğretim yazılımıyla yürütülen öğretim etkinliği sonuçlarını destekler niteliktedir.

Çok ortamlı öğrenmede bilişsel kuram ilkelerine göre hazırlanmış öğretim yazılımının kullanıldığı deney grubu ile konu alanı uzmanı tarafından hazırlanmış bilgisayar sunusunun kullanıldığı kontrol grubunun kalıcılık toplam puanlarının ortalamaları arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark görüldüğünden, çok ortamlı öğrenmede bilişsel kuram ilkelerine göre hazırlanmış öğretim yazılımıyla gerçekleştirilen öğretim, bilgisayar sunusuyla yapılan öğretime göre öğrencilerin kalıcılık toplam akademik başarıları üzerinde daha etkili olmuştur.

Uygulamadan iki hafta sonra hem deney hem de kontrol grubuna kalıcılık testi verilerek elde edilen bulgulara göre, deney grubundaki öğrencilerle gerçekleştirilen öğretim uygulamasının, kontrol grubundaki öğrencilerle gerçekleştirilen uygulamadan daha etkili olduğu söylenebilir. Deney grubundaki öğrencilerde oluşan bu anlamlı farkın, çok ortamlı öğrenmede bilişsel kuram ilkelerinin tasarımda kullanılmasından kaynaklandığı söylenebilir. Yapılan araştırmalar da (Mayer ve Moreno, 1998; Moreno ve Mayer, 1999; Mayer ve Moreno, 2003; Mautone ve Mayer, 2001) öğrenmede oluşan kalıcılığı destekler niteliktedir.

Çok ortamlı öğrenmede bilişsel kuram ilkelerine göre hazırlanmış öğretim yazılımının kullanıldığı deney grubu ile konu alanı uzmanı tarafından hazırlanmış bilgisayar sunusunun kullanıldığı kontrol grubunun bilişsel yük puanlarına ve sontest toplam puanlarına göre hesaplanan öğretim verimliliği ile ilgili puan ortalamaları arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark görüldüğünden, deney grubundaki öğretim kontrol grubundaki öğretime göre daha etkili olmuştur.

Bu etkiliğin, öğretim yazılımının çok ortamlı öğrenmede bilişsel kuram ilkelerine göre tasarımlanıp, öğrencilerdeki bilişsel yükü düşürmesiyle oluştuğu söylenebilir. Tasarımın etkililiğiyle deney grubundaki öğrencilerde düşen bilişsel yük, deney grubundaki öğretim verimliliği düzeyini yükseltmiştir (Şekil 3). Kılıç (2006), Kablan ve Erden (2008) ve Kablan (2005) tarafından yapılan araştırmalar, bu araştırmanın sonuçlarına yakındır ve araştırmayı destekler niteliktedir.

**Teşekkür**

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü’nde 2009 yılında Yrd. Doç.Dr. Mahinur COŞKUN danışmanlığında yürütülen “Çok Ortamlı Öğrenmede Bilişsel Kuram İlkelerine Göre Hazırlanan Öğretim Yazılımının Bilişsel Yüke, Öğrenme Düzeylerine ve Kalıcılığa Etkisi” başlıklı doktora tezine dayalı olarak hazırlanmıştır.

**References**

Aldağ, H., & Sezgin, E. (2003). Çok ortamlı öğrenmede ikili kodlama kuramı ve bilişsel model. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11, 11, 121–135.

Baddeley, A. (2003a). *Essentials of human memory.* UK: Psychology Press Ltd.

Baddeley, A. (2003b). Working memory: looking back and looking forward. *Nature Reviews-Neuroscience*. 4, 829–839.

Chandler, P. & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of the instruction. *Cognition and Instruction*. 8, 293–332.

Kablan, Z. (2005). *Bilgisayar destekli fen bilgisi öğretiminde yazılı metin ve animasyonlara uygulanan mekansal konumlandırma yaklaşımlarının (ekranda ayırma, ekranda bütünleştirme) bilişsel yük açısından karşılaştırılması.* *Unpublished doctorate dissertation*, Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Kablan, Z. & Erden, M. (2008). Instructional efficiency of integrated and separated text with animated presentations in computer-based science instruction. *Computers&Education*, 51, 2, 660–668

Kılıç E. (2006). *Çoklu ortamlara dayalı öğretimde paralel tasarım ve görev zorluğunun üniversite öğrencilerinin başarılarına ve bilişsel yüklenmelerine etkisi.* *Unpublished doctorate dissertation*, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Mautone, P. D., & Mayer, R.E., (2001). “Signaling as a cognitive guide in multimedia learning”, *Journal of Educational Psychology*, 93(2), 377–389.

Mayer, R. E. (1999). Multimedia aids to problem-solving transfer. *International Journal of Educational Research*, 31, 611–623.

Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Mayer, R. E. & Anderson, R. B. (1991). Animations need narrations: An experimental test of dual coding hypothesis. *Journal of Educational Psychology*. 83, 484–490.

Mayer, R. E. & Anderson, R. B. (1992). The instructive animation: Helping students build connections between words and pictures in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 84, 4, 444–452.

Mayer, R. E. & Sims, V. K. (1994). For whom is a picture worth a thousand words? Extensions of a dual-coding theory of multimedia leaarning. *Journal of Educational Psychology*, 86, 3, 389–401.

Mayer, R. E., Bowe, W., Bryman, A., Mars, R. & Tapangco, L. (1996). When less is more: Meaningful learning from visual and verbal summaries of science textbook lessons. *Journal of Educational Psychology*. 88, 64–73.

Mayer, R. E., Heiser, J., & Lonn, S. (2001). Cognitive constraints on multimedia learning: When presenting more material results in less understanding. *Journal of Educational Psychology*, 93, 187–198.

Mayer, R. E., Mautone, P. & Prothero, W. (2002). Pictorial aids for learning by doing in a multimedia geology simulation game. *Journal of Educational Psychology*. 94, 1, 171–185

Mayer, R. E., & 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., & Moreno, R. (2002a). Aids to Computer-Based Multimedia Learning. *Learning and Instruction*, 12, 107–119.

Mayer, R. E., & Moreno, R. (2002b). Animation as an aid to multimedia learning. *Educational Psychology Review,* 14, 1, 87–99.

Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43–52.

Mayer, R. E., Steinhoff, K., Bower, G. & Mars, R. (1995). A generative theory of textbook design: Using annotated illustrations to foster meaningful learning of science text. *Educational Technology Research and Development*. 43, 31–44.

Mayer, R.E., & Gallini, J. K. (1990). When is an illustration worth ten thousand words?. *Journal of Educational Psychology*, 82, 4, 715–726.

Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *The Psychological Review*, 63, 81–97.

Moreno, R. & Mayer, R. E. (1999). Cognitive principles of multimedia design: The role of modality and contiguity. *Journal of Educational Psychology*, 91, 358–368.

Moreno, R.,& Mayer, R. E. (2002). Verbal redundancy in multimedia learning: When reading helps listening. *Journal of Educational Psychology*, 94, 156–163.

Mousavi, S.Y., Low, R., & Sweller, J. (1995). Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. *Journal of Educational Psychology,* 87(2), 319-334.

Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational Psychologist*, 38(1), 1–4.

Paas, F., Tuovinen, J. E., Tabbers, H. & Van Germen, P. W. M. (2003). Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory. *Educational Psychologist*, 38 (1), 63–71.

Paas, F., & Van Merriënboer, J.J.G. (1994). Instructional control of cognitive load in the training of complex cognitive tasks. *Educational Psychology Review*, 6, 51–71.

Paivio, A. (1986). *Mental Representations: A Dual-coding Approach*, New York: Oxford University Press.

Paivio, A. (1991). Dual coding theory: Retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology*, 45(3), 255–287.

Rieber, L. P. (1990). Using computer animated graphics in science instruction with children. *Journal of Educational Psychology*, 82, 1, 135–140.

Rouet, J. F., Levonen, J., & Biardeau, A. (Eds.). (2001). *Multimedia learning: Cognitive and instructional issues*. Pergamon.

Sweller, J., Van Merrienboer, J.J.G., & Paas, F.G.W.C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10,3.

Sweller, J., Van Merrienboer, J.J.G., & Paas, F.G.W.C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10,3.

1. **Author:** esezgin@cu.edu.tr [↑](#footnote-ref-1)