

---

# Cognitive Architecture and Instructional Design

John Sweller,  
Jeroen J. G. van Merriënboer,  
Fred G. W. C. Paas  
1998

Anlatan:

Assoc. Prof. Çetin Tüker  
Mimar Sinan Fine Arts University  
Graphic Design Department

14.04.2021

---

Published: September 1998

# Cognitive Architecture and Instructional Design

[John Sweller](#), [Jeroen J. G. van Merriënboer](#) & [Fred G. W. C. Paas](#)

[Educational Psychology Review](#) **10**, 251–296(1998) | [Cite this article](#)

**16k** Accesses | **2405** Citations | **30** Altmetric | [Metrics](#)

## Abstract

*Cognitive load theory has been designed to provide guidelines intended to assist in the presentation of information in a manner that encourages learner activities that optimize intellectual performance. The theory assumes a limited capacity working memory that includes partially independent subcomponents to deal with auditory/verbal material and visual/2- or 3-dimensional information as well as an effectively unlimited long-term memory, holding schemas that vary in their degree of automation. These structures and functions of human cognitive architecture have been used to design a variety of novel instructional procedures based on the assumption that working memory load should be reduced and schema construction encouraged. This paper reviews the theory and the instructional designs generated by it.*

REVIEW ARTICLE | [Open Access](#) | Published: 22 January 2019

# Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later

[John Sweller](#) , [Jeroen J. G. van Merriënboer](#) & [Fred Paas](#)

[Educational Psychology Review](#) **31**, 261–292(2019) | [Cite this article](#)

**56k** Accesses | **134** Citations | **396** Altmetric | [Metrics](#)

## Abstract

Cognitive load theory was introduced in the 1980s as an instructional design theory based on several uncontroversial aspects of human cognitive architecture. Our knowledge of many of the characteristics of working memory, long-term memory and the relations between them had been well-established for many decades prior to the introduction of the theory. Curiously, this knowledge had had a limited impact on the field of instructional design with most instructional design recommendations proceeding as though working memory and long-term memory did not exist. In contrast, cognitive load theory emphasised that all novel information first is processed by a capacity and duration limited working memory and then stored in an unlimited long-term memory for later use. Once information is stored in long-term memory, the capacity and duration limits of working memory disappear transforming our ability to function. By the late 1990s, sufficient data had been collected using the theory to warrant an extended analysis resulting in the publication of Sweller et al. (*Educational Psychology Review*, 10, 251–296, 1998). Extensive further theoretical and empirical work have been carried out since that time and this paper is an attempt to summarise the last 20 years of cognitive load theory and to sketch directions for future research.

# From Cognitive Load Theory to Collaborative Cognitive Load Theory

Paul A. Kirschner , John Sweller, Femke Kirschner & Jimmy Zambrano R.

*International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, **13**, 213–233(2018) | [Cite this article](#)

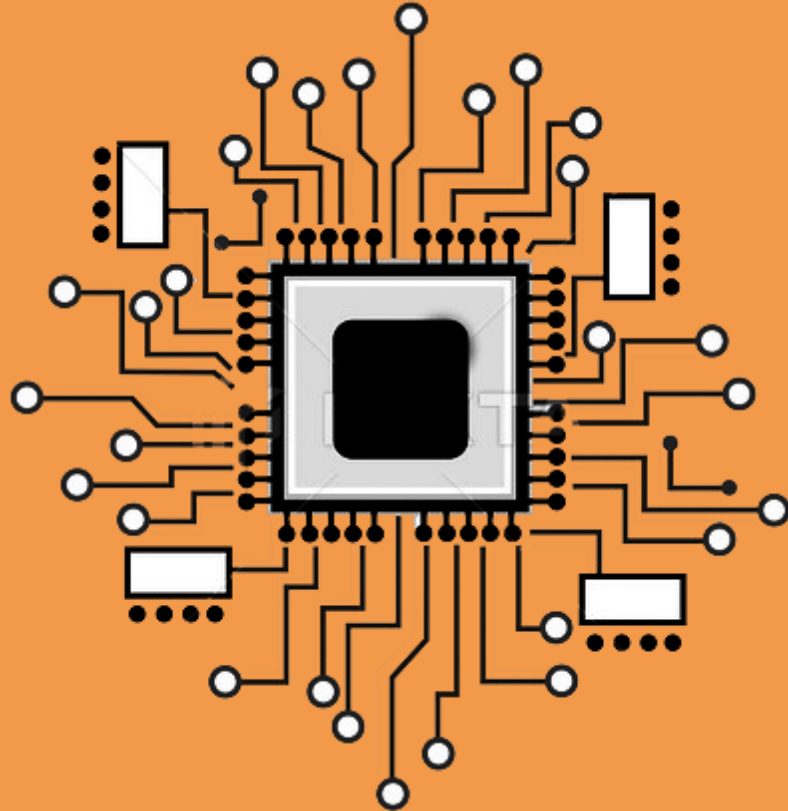
**38k** Accesses | **76** Citations | **413** Altmetric | [Metrics](#)

## Abstract

Cognitive load theory has traditionally been associated with individual learning. Based on evolutionary educational psychology and our knowledge of human cognition, particularly the relations between working memory and long-term memory, the theory has been used to generate a variety of instructional effects. Though these instructional effects also influence the efficiency and effectiveness of collaborative learning, be it computer supported or face-to-face, they are often not considered either when designing collaborative learning situations/environments or researching collaborative learning. One reason for this omission is that cognitive load theory has only sporadically concerned itself with certain particulars of collaborative learning such as the concept of a collective working memory when collaborating along with issues associated with transactive activities and their concomitant costs which are inherent to collaboration. We illustrate how and why cognitive load theory, by adding these concepts, can throw light on collaborative learning and generate principles specific to the design and study of collaborative learning.

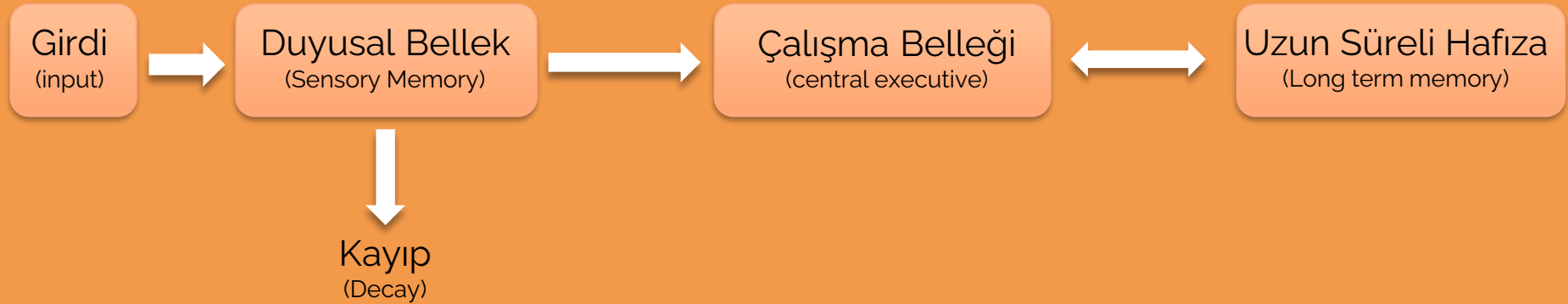


# Working Memory Model



# Working Memory Model\* Çalışma Belleği - 1974

---



\*Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In G.H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (Vol. 8, pp. 47–89). New York: Academic Press.

# Working Memory Model Çalışma Belleği

- Multi Store Modeldeki (Atkinson ve Shiffrin, 1968) yetersizliklere (Short Term memory) yanıt olarak geliştirilmiştir.\*
- Kapasitesi sınırlı ve zihinsel süreçlerde gerekli verileri ancak kısa sürelerle depolayabilen bir hafızadır
- Muhakeme ve öğrenmede önemli yeri vardır
- Muhakeme ve öğrenme süreçleri, verinin işlenmesi için zihinsel çalışma alanına ihtiyaç duyar



\*Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Chapter: Human memory: A proposed system and its control processes. In Spence, K. W., & Spence, J. T. *The psychology of learning and motivation* (Volume 2). New York: Academic Press. pp. 89–195..

# Working Memory Model Çalışma Belleği

---

## Short Term Memory (STM)\*

**Multi Store Model**'deki STM kısa sürelerle kısıtlı miktarda bilgi tutabiliyor ve birleşik bir sistem olarak tanımlanıyor.

Ancak **Working Memory** çok bileşenli bir sistem (görsel ve işitsel)

Görsel işitsel yapı daha sonra **Çokluortam Öğrenme Teorilerinde** (Multimedia Learning Theory\*\*) karşımıza çıkacak.

STM sadece kısa sürelerle bilgi tutabilirken, WMM hem bilgi tutabiliyor hem de bilgi burada işlenebiliyor.

\*Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Chapter: Human memory: A proposed system and its control processes. In Spence, K. W., & Spence, J. T. The psychology of learning and motivation (Volume 2). New York: Academic Press. pp. 89–195.

\*\*Mayer, R. E. (2001). Multimedia learning. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139164603>

# Working Memory Model Çalışma Belleği

---

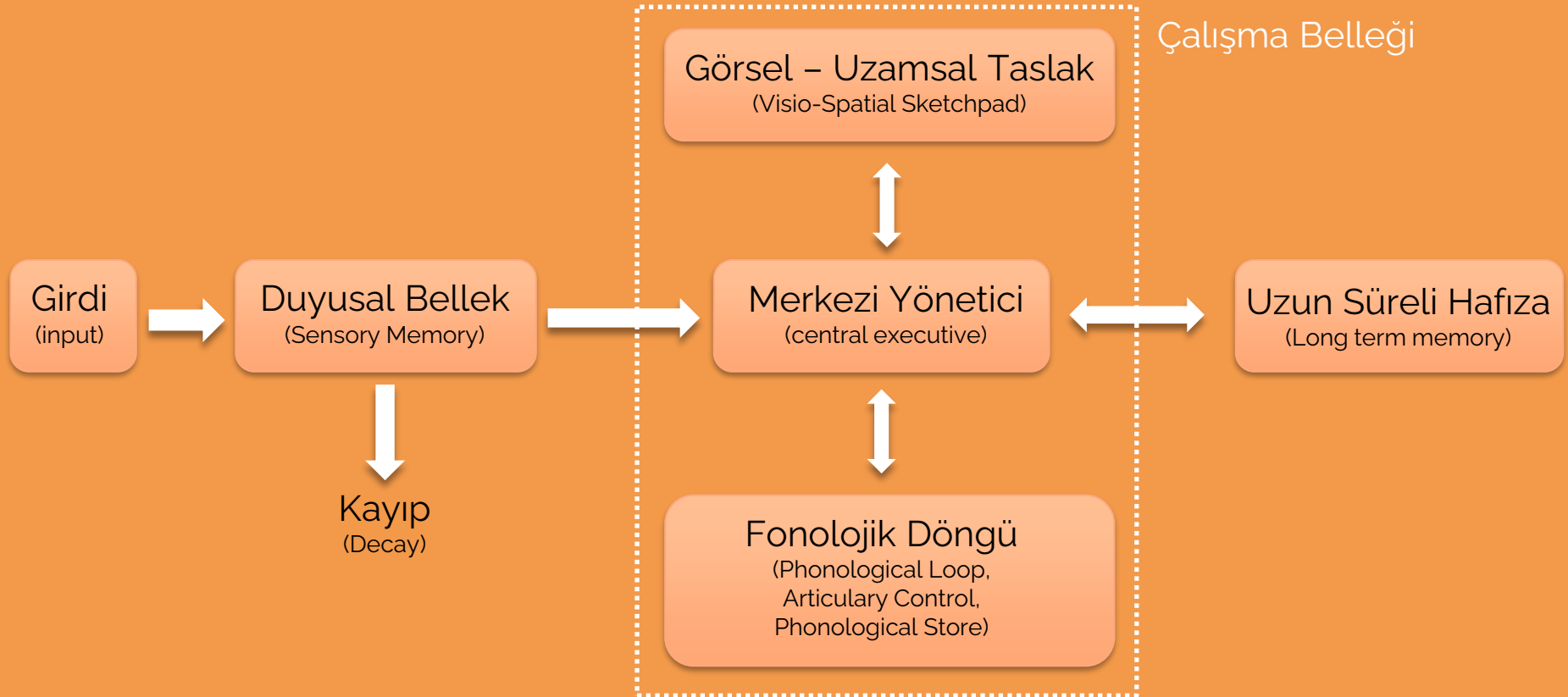
WMM 4 birimden oluşur\*

- Merkezi yönetici (central executive),
- Görsel uzamsal taslak (Visio-spatial sketchpad),
- Fonolojik döngü (phonologic loop),
- Episodik tampon (episodic buffer)

\*Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, (11): 417-423.



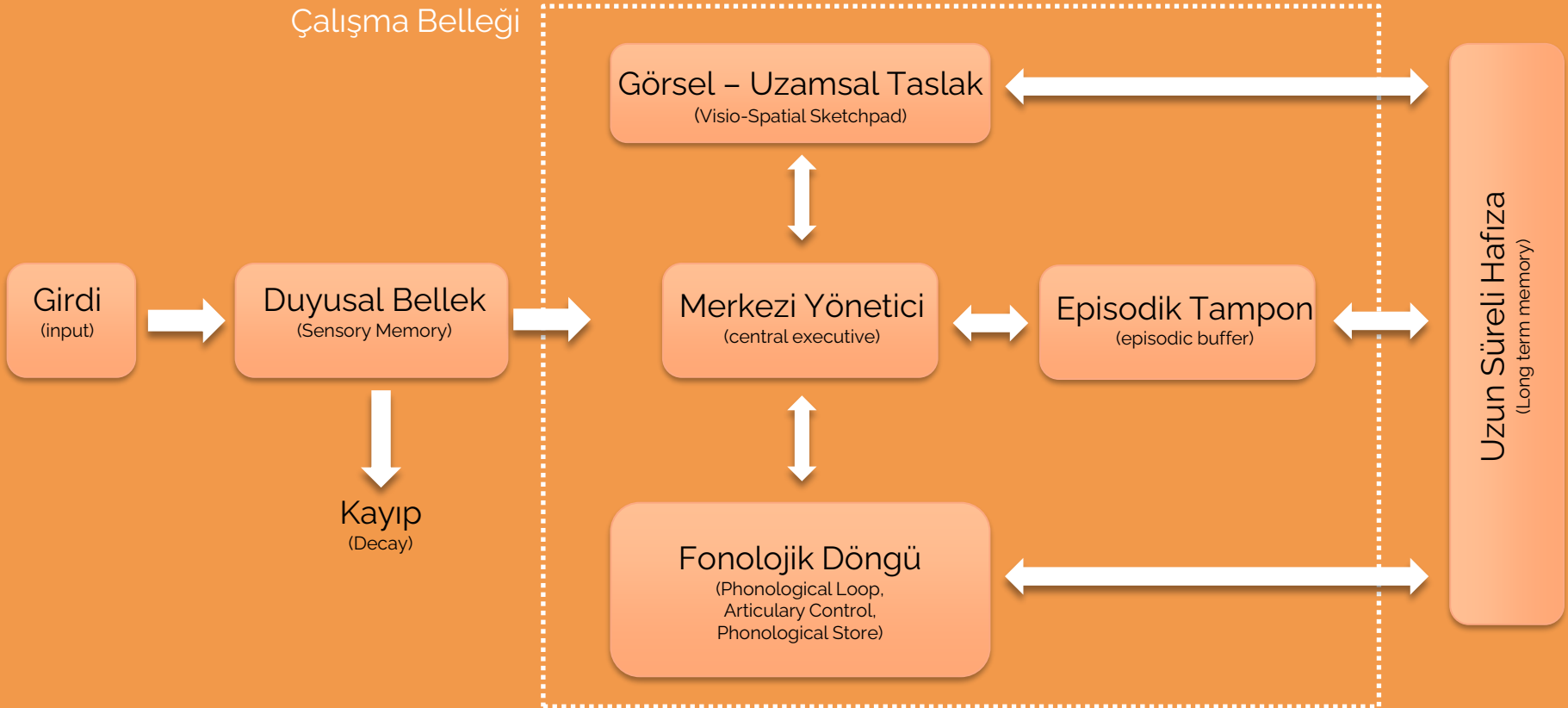
# Working Memory Model\* Çalışma Belleği - 1974



\*Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In G.H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (Vol. 8, pp. 47–89). New York: Academic Press.

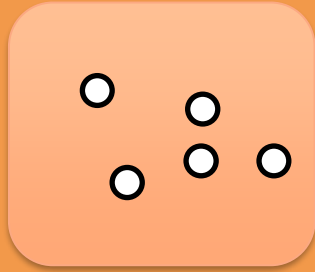
# Working Memory Model\* Çalışma Belleği - 2000

Çalışma Belleği

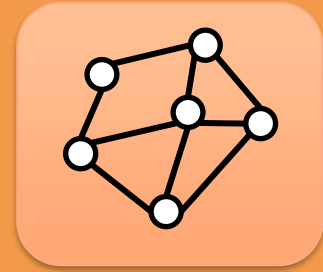


\*Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, (11): 417-423.

# Working Memory Model\* Çalışma Belleği - 2000

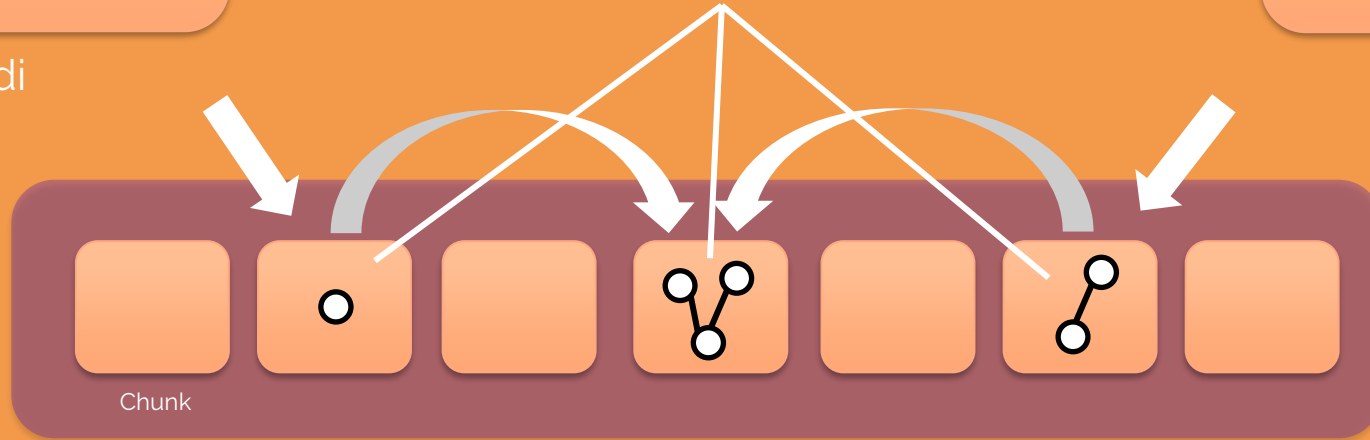


Girdi



LTM

Cognitive Load



Chunk

4-8 chunks

WM

# Working Memory Model Çalışma Belleği

---

WMM 4 birimden oluşur\*

- Merkezi yönetici (central executive),
- Görsel uzamsal taslak (Visio-spatial sketchpad),
- Fonolojik döngü (phonologic loop),
- Episodik tampon (episodic buffer)

\*Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, (11): 417-423.

# Working Memory Model Çalışma Belleği

**Destekleyici araştırma\*** Beyin hasarlı hasta(KF). «P» harfi sesli olarak söylendiğinde aklında tutamıyor ve kendisine hangi harfin söylendiğini hatırlayamıyor. Ancak kağıda yazılırsa aklında tutabiliyor. İki sistemin bağımsız olduğunu gösteriyor. (Vaka çalışmaları genellenebilir bilgiler içermez)

**Çifte-görev performansı\*\*** Duvardaki bir ışığı takip ederken F harfini tarif etmeleri isteniyor (Visio-spatail task). Zorlanıyorlar. Ama duvardaki bir ışığı takip ederken (VSS) müzik dinleyebiliyor (PL).

**Kelime uzunluğu etkisi\*\*\*** İki saniye uzunluğundaki kelimeleri veya kelime dizilerini tekrarlayabiliyoruz (uzun kısa kelime fark etmeden 2 saniye).

**Beyin görüntülenmesi desteği\*\*\*\*** Beyin görüntülenmesi esnasında beyin taraması alındığında, görev karmaşıklaştıkça aktivite artıyor.

**Sorunlar\*\*\*\*\*** Merkezi kontrolcünün nasıl çalıştığını bilmiyoruz. Dikkat çok geniş bir tanımlama.

\* Shallice, T., & Warrington, E. K. (1970). Independent functioning of verbal memory stores: A neuropsychological study. *The Quarterly journal of experimental psychology*, 22(2), 261-273.

\*\* Baddeley, A. D., Grant, S., Wight, E., & Thomson, N. (1975). Imagery and visual working memory. *Attention and performance V*, 205-217.

\*\*\* Baddeley, A. D., Thomson, N., & Buchanan, M. (1975). Word length and the structure of short-term memory. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 14(6), 575-589.

\*\*\*\* Braver, T. S., Cohen, J. D., Nystrom, L. E., Jonides, J., Smith, E. E., & Noll, D. C. (1997). A parametric study of prefrontal cortex involvement in human working memory. *Neuroimage*, 5(1), 49-62.

\*\*\*\*\* Baddeley, A. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature reviews neuroscience*, 4(10), 829-839.





---

# Long Term Memory





# Long-Term Memory

---

- Daha az şey biliyoruz
- Uzun süreli hafızanın doğrudan bilincinde değiliz
- Bilinenlerin çoğu satranç oyuncularını ile ilgili araştırmalar.
- De Groot araştırmalarında usta satranççılarla acemiler kıyaslıyor ustaların bilinen bir oyundan alınan dizilimler gösterildiğinde ustaların hatasız olarak taşları yerleştirebildiği ama acemilerin yerleştiremediğini gösteriyor.
- Chase and Simon dizilim rastgele yapılırsa ustalar da acemiler de aynı skoru alıyor.

\* De groot 1966g

\*\* Chase and Simon 1973

# Long-Term Memory

Ustalar



Bilinen Oyun

Acemiler



Bilinen Oyun

Dizilim Aynı

Hatırlama (recall): Ustalar > Acemiler

# Long-Term Memory

Ustalar



Rastlantısal

Acemiler



Rastlantısal

Dizilim Aynı

Hatırlama (recall): Ustalar = Acemiler

- Chase and Simon 1973
- .

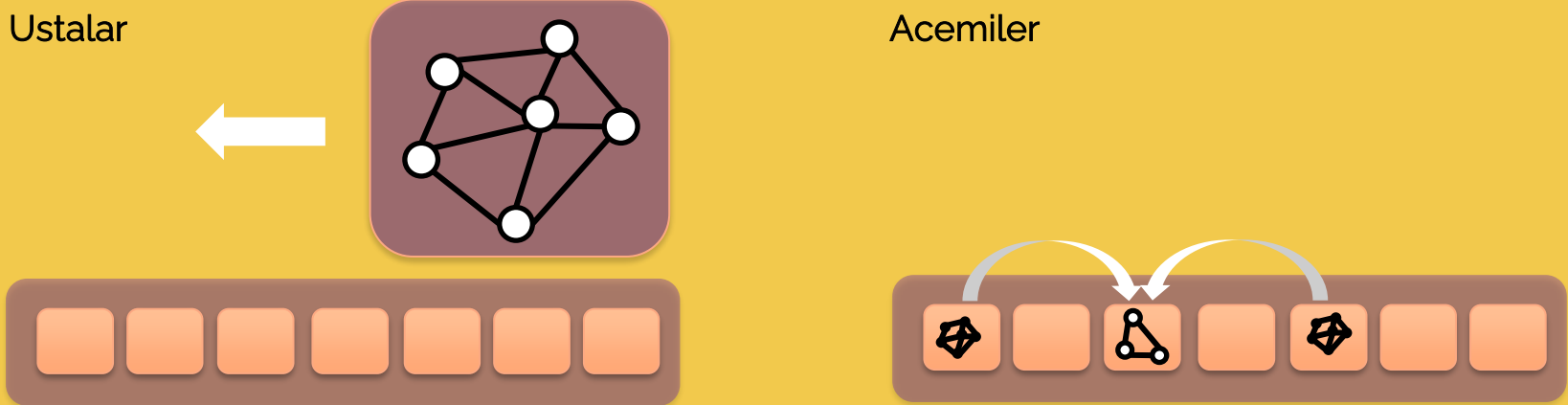
# Long-Term Memory

## Neden böyle?

Simon and Gilmartin (1973) usta satranççıların 100bin civarında dizilimi öğrenebildiğini gösteriyor.

## Ustalar neden başarılı?

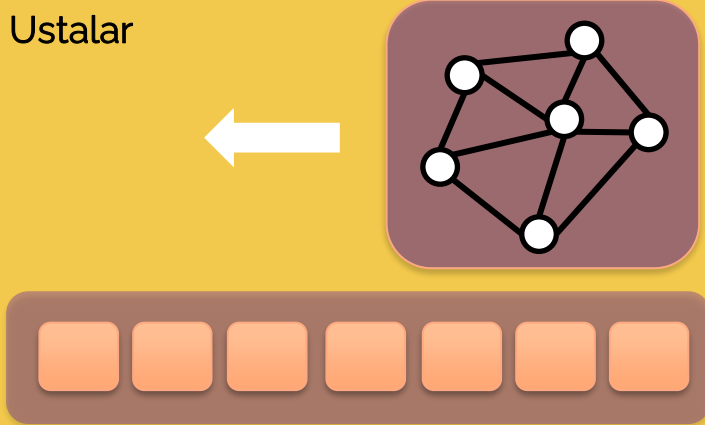
Usta satranççılar acemiler gibi verilen kompozisyonadaki en iyi hareketi arayarak WM zorlamıyor. Var olan bilgilerden o dizilim için en iyi hareketi hatırlıyor ve oynuyor.



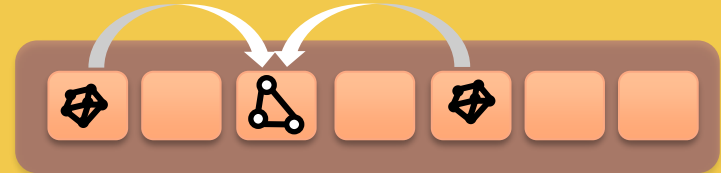
# Long-Term Memory

- Usta ile acemiği ayıran faktör **problem çözme stratejisi bilgisi** değil
- Problem durumları ve problem durumlarını **çözümüne kavuşturan hareketlerin öğrenilmiş** olmasıdır.
- Problem şeklini tanıyıp o problemi **çözdüğü önceden öğrenilmiş** olan çözüm hareketini **çağırarak**.

Ustalar



Acemiler



# Long-Term Memory

---

Uzun süreli hafıza

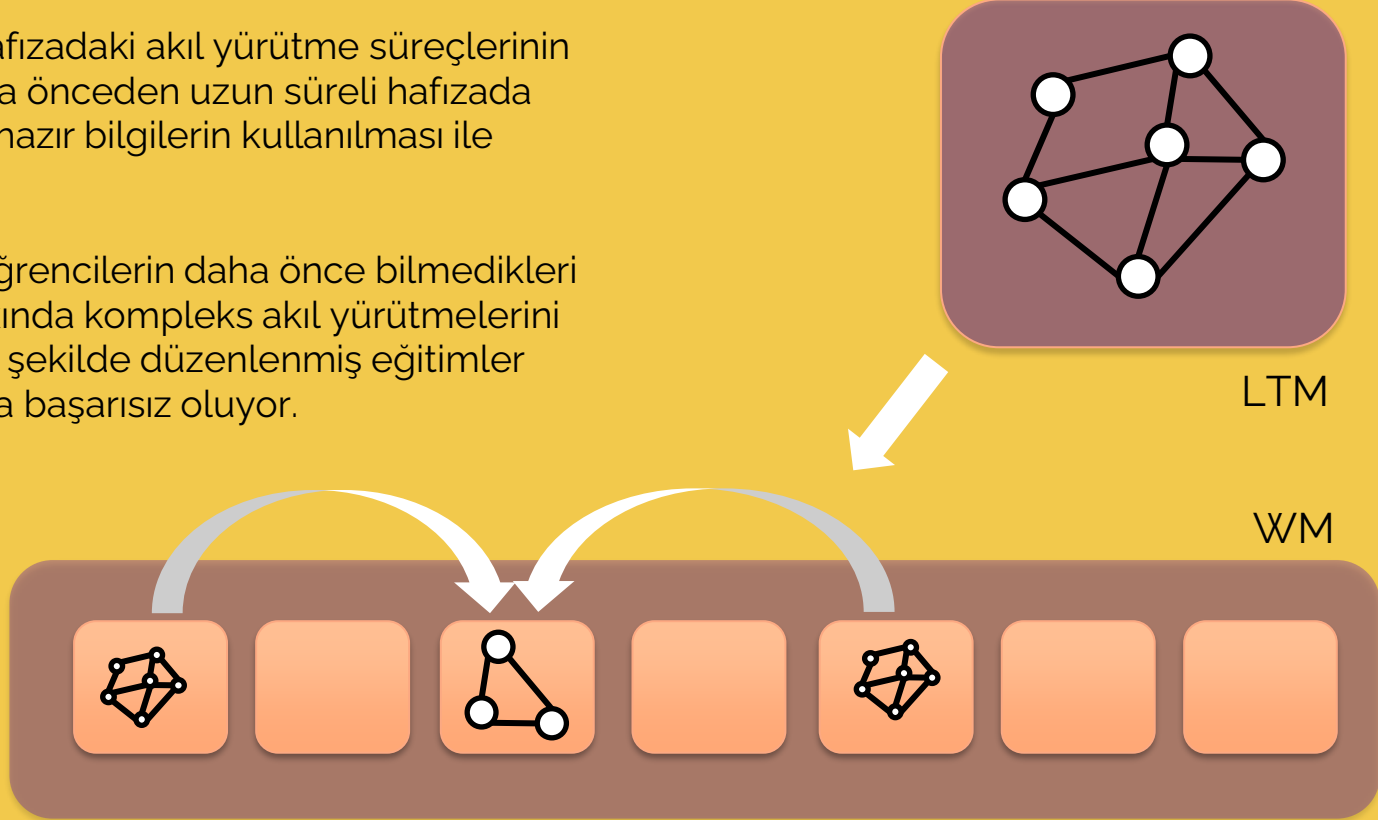
- Neredeyse sonsuz
- Bilgi
- Yöntem
- Ve etkileşimi depoluyor.

*Tüm bu çalışmalar gösteriyor ki, insanın entelektüel becerisi kısa süreli hafızadaki akıl yürütme süreçlerinden değil, uzun süreli hafızada depolanmış bu bilgilerden kaynaklanıyor.*

# Long-Term Memory

Kısa süreli hafızadaki akıl yürütme süreçlerinin çoğu da daha önceden uzun süreli hafızada depolanmış hazır bilgilerin kullanılması ile oluşuyor.

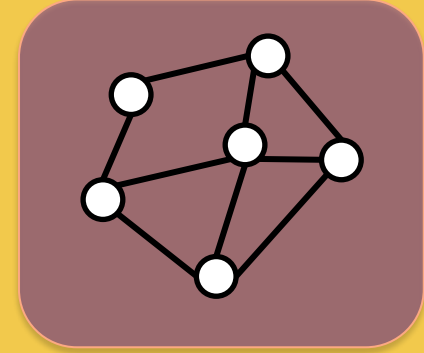
Buna göre öğrencilerin daha önce bilmedikleri konular hakkında kompleks akıl yürütmelerini gerektirecek şekilde düzenlenmiş eğitimler verimsiz veya başarısız oluyor.



# Long-Term Memory

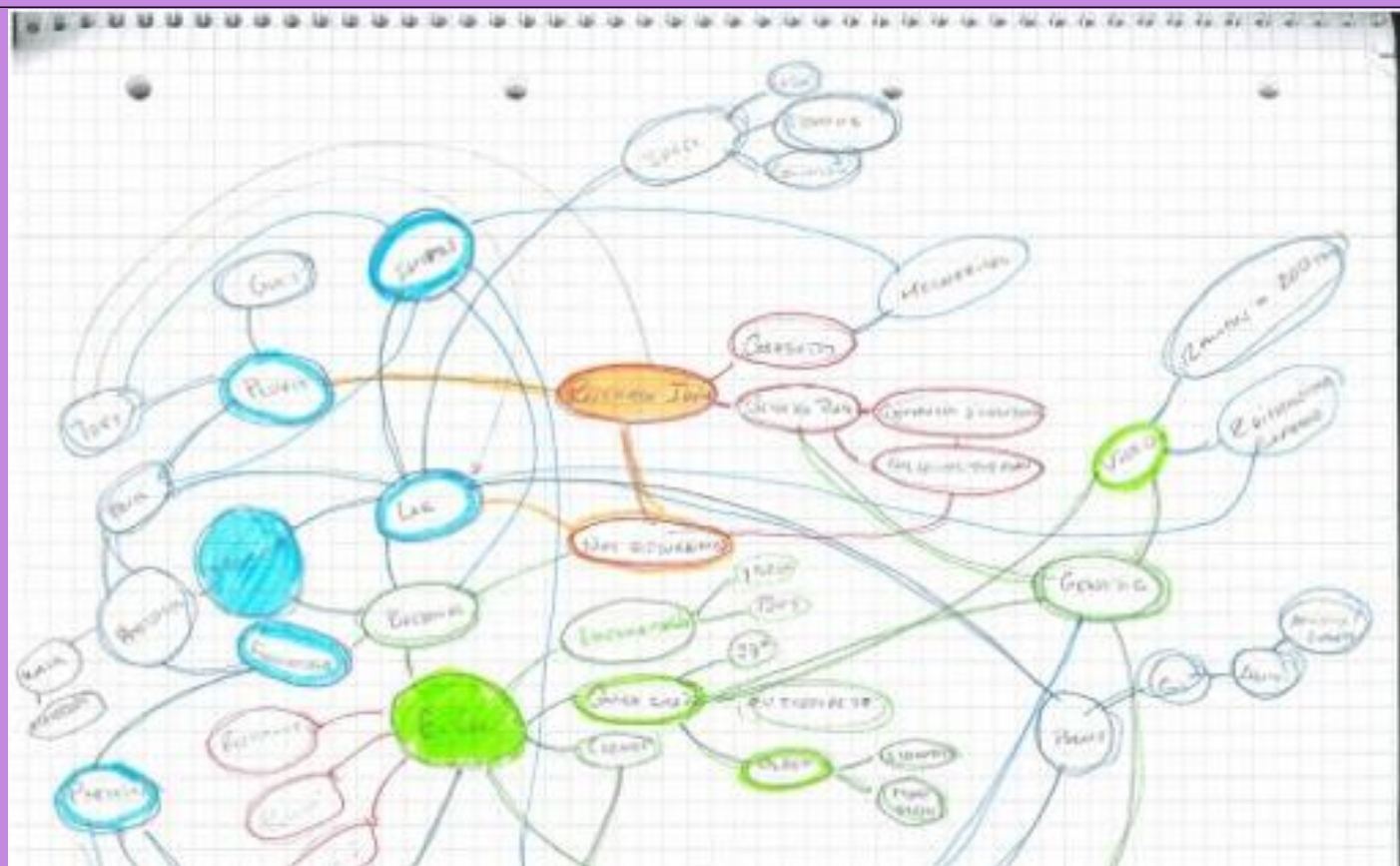
---

- Öğretim tasarımı alan bilgisini kazandırmalı
- Genel akıl yürütme becerileri özel alanlara transfer edilemiyor.

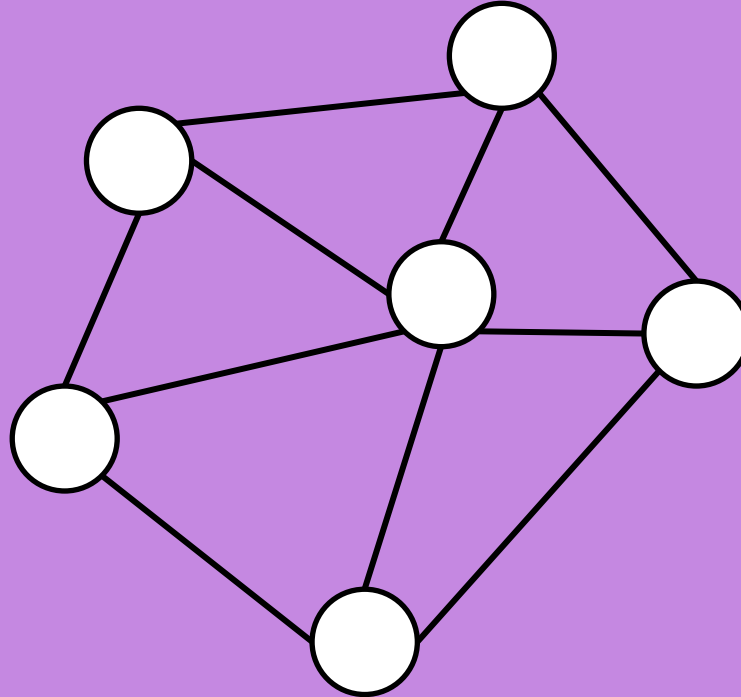


LTM





# Şema İnşası

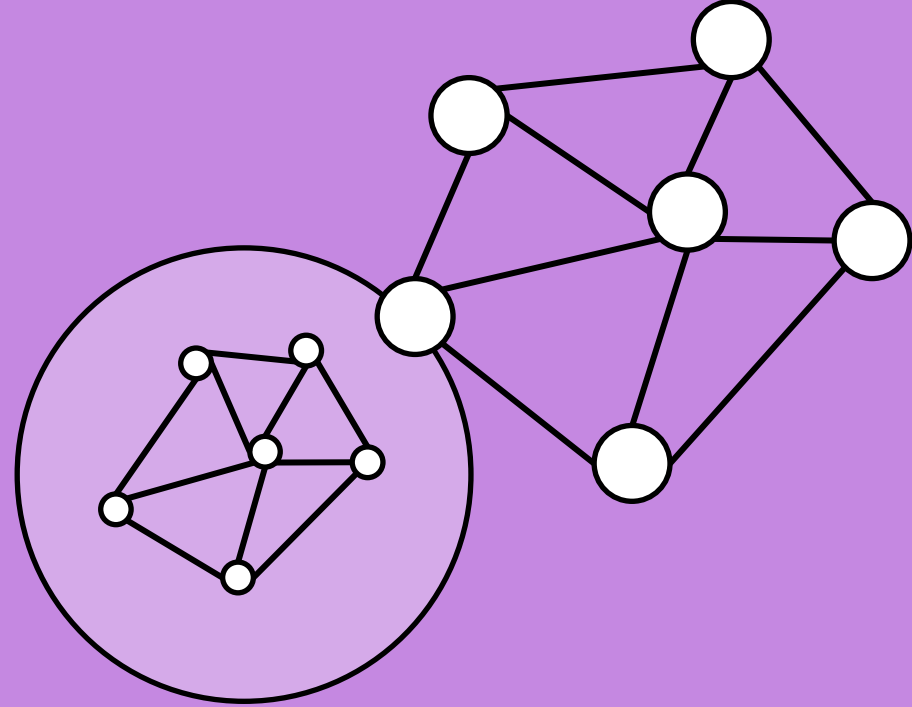


# Şema İnşası

Şema teorisine göre bilgi uzun süreli hafızada şemalar halinde saklanır

Şema, enformasyonu nasıl kullanılabileceğine göre sınıflandıran yapılar.

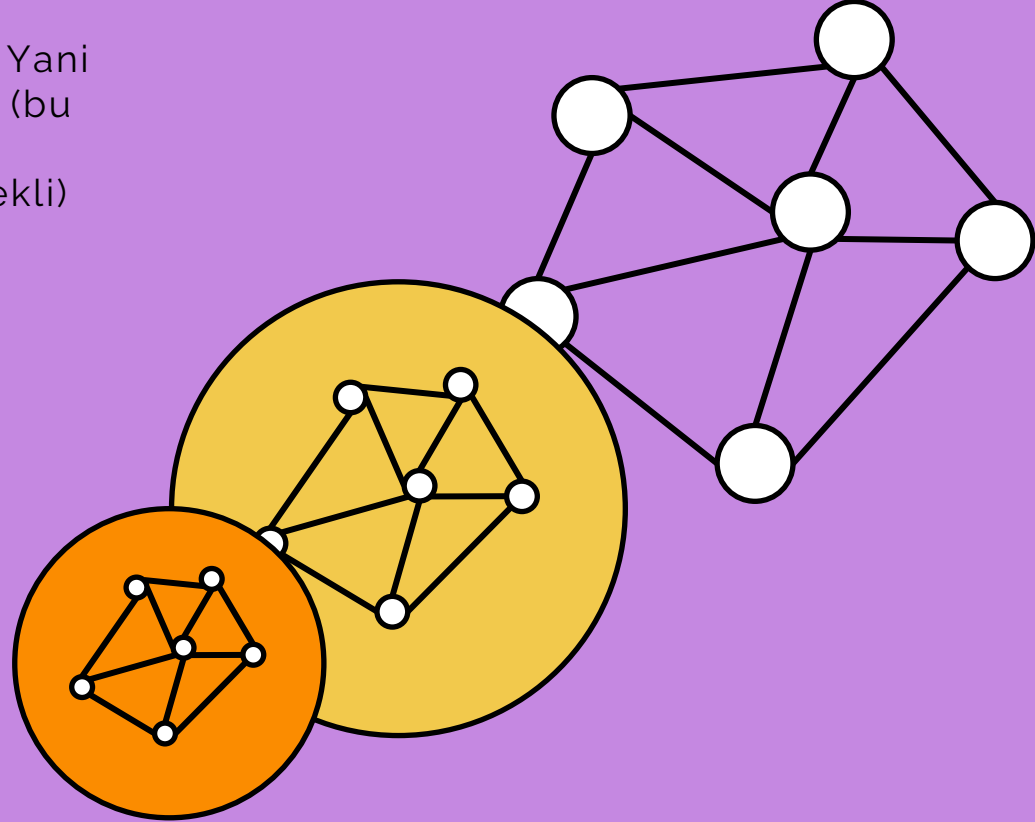
Şemalar daha üst şemalar tarafından şematize ediliyor. Böylece birimden bütüne bir yapı oluşturuyorlar.



# Şema İnşası

Şema inşası aktif bir süreç gerektiriyor. Yani öğrenen kişi şemayı kendisi inşa ediyor (bu durumda hatasız olması için kendine aktarılan bilginin de hatasız olması gerekli)

Çocuklar harflerden kelimelere kelimelerden, cümlelere, cümlelerden anlam ve ifadeye doğru giden şemalar kuruyor.

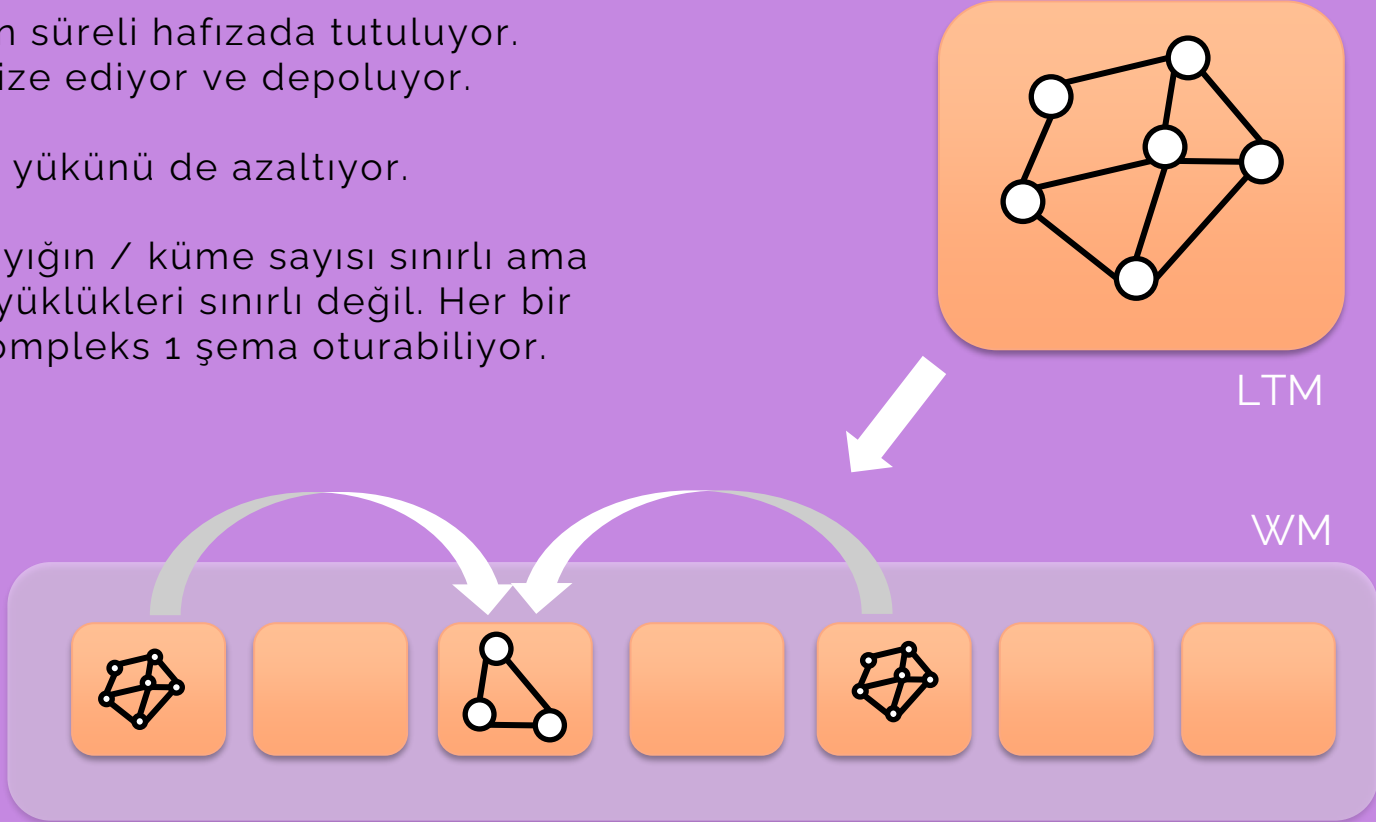


# Şema İnşası

Şemalar uzun süreli hafızada tutuluyor.  
Bilgiyi organize ediyor ve depoluyor.

Şemalar WM yükünü de azaltıyor.

WM içindeki yığın / küme sayısı sınırlı ama  
yığınların büyüklükleri sınırlı değil. Her bir  
yığın içine kompleks 1 şema oturabiliyor.

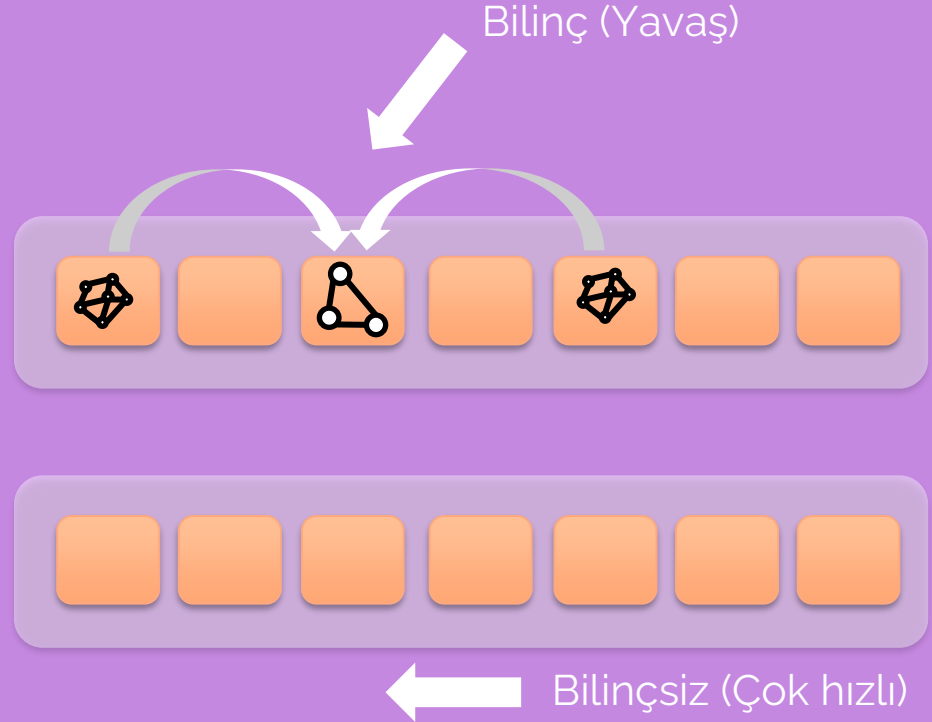


# Şemanın Bilinçli / Otomatik İşlenmesi

\*Bilgi bilinçli veya otomatik işlenebilir.

**Bilinçli işleme** bilginin WM içinde işlendiğini gösterir.

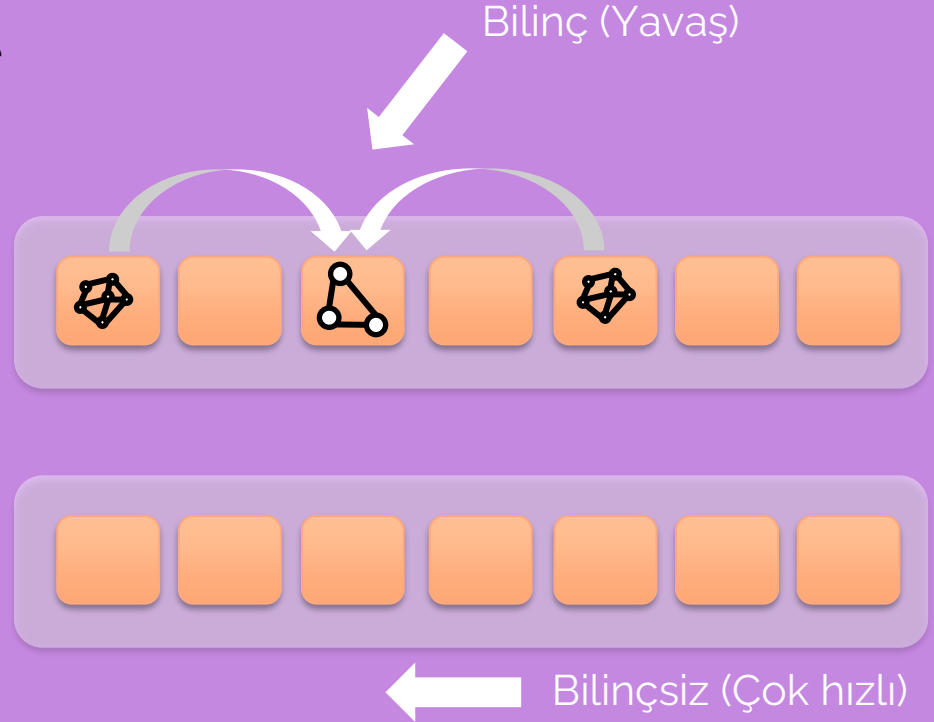
**Otomatik işleme** WM dışında olur ve yük oluşturmaz. Ancak bunun olabilmesi için uzun süreli pratik yapılmış olması gerekir.



# Şemanın Bilinçli / Otomatik İşlenmesi

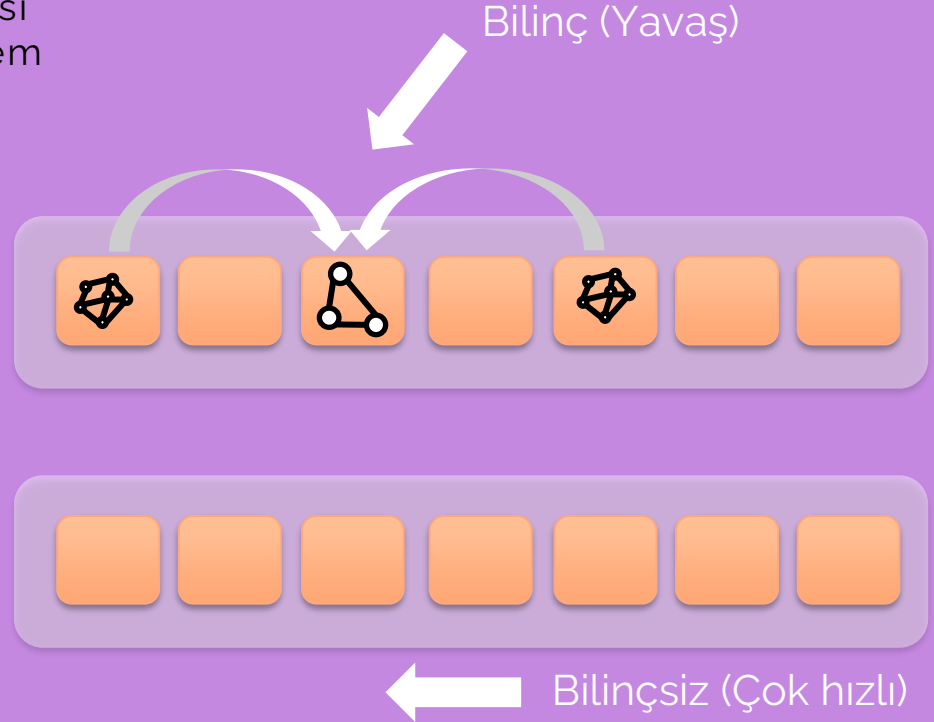
Örnek:

Okumayı ilk öğrenirken WM üzerinde işleriz. Bir süre sonra WM dışında otomatik işlenmeye başlar.



# Şemanın Bilinçli / Otomatik İşlenmesi

Temel becerilerin otomatikleştirilmesi yeni beceriler öğrenmek veya problem çözmek için gerekli WM alanını çoğaltır.

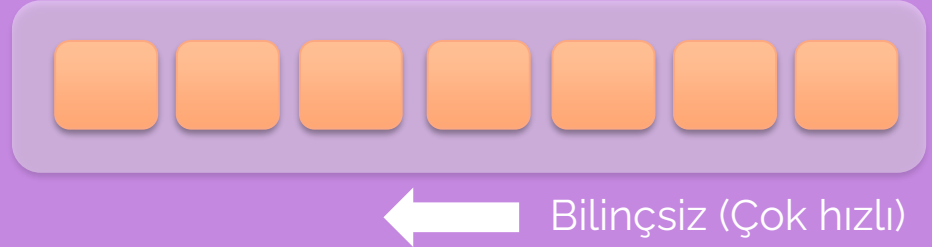
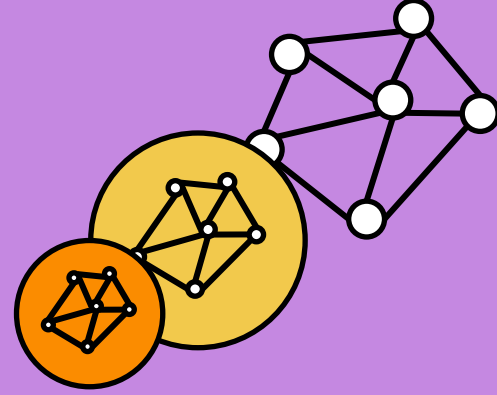




# Şemanın Bilinçli / Otomatik İşlenmesi

İyi bir öğretim tasarımı şemaların oluşumunu desteklerken temel becerilerin de otomatize edilmesini sağlamalıdır.

Temel beceri kavramı burada problemden probleme değişmeyen ve problemin çözümünü sağlayan yöntemsel unsurlar olarak anlaşılabilir.



# Özet

---

Kısıtlı WM alanımız var ve tüm bilinç dahilindeki aktiviteler burada gerçekleşiyor.

LTM değişen karmaşıklıkta bilgi şemalarının uzun süre depolanması için kullanılıyor (Sınırsız).

Entelektüel beceriler çok sayıda kompleks şemayı LTM içinde depolamakla ilgili.

Şemalar çok sayıda minik elemanı tek bir eleman gibi işlememizi ve gereksizleri temizlememize yarıyor.

Böylece WM kapasitesi daha az kullanılıyor

Otomatik şemalar aşına olunmuş işlerin daha hızlı yapılmasını

Aşına olunmamış işlerin ise öğrenilebilmesi için WM'de yer açılmasını sağlıyor.

# Özet

---

## Cognitive Load Theory Principles

**Information store principle:** Store information in LTM and use this for problem solving

**Borrowing and reorganising principle:** Borrow information from someone else's mind and reorganize it while storing (some kind of creativity)

**Randomness as genesis principle:** When there is not enough knowledge to solve problem, generate one by random generation and test procedure (some kind of creativity).

**Narrow limits of change principle:** Always try to learn small amounts of information. Large amounts can overload working memory.

**Environmental organising and linking principle:** Organised information do not overload working memory

# Özet

---

İyi bir öğretim tasarımı

şemaların oluşumunu desteklerken  
temel becerilerin de otomatize edilmesini sağlamalıdır.

---

# Teşekkürler

cetin.tuker@msgsu.edu.tr

---