

Matematik Yapabiliyor (muy)um!!

NAZAN SEZEN YÜKSEL

Hacettepe Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü
Matematik Eğitimi Ana Bilim Dalı

✉ nsezen@hacettepe.edu.tr



Haydi, öğrencilik zamanlarımızdan çok bilindik bir tablo ile başlayalım:

Sınava girdiniz, sorulara bir göz attıktan sonra en tanıdık soruya yönelerek başlamaya karar verdiniz. Bu sorudaki konuyu tanıyorsunuz, çözüme nasıl başlayacağınızı da biliyorsunuz. Ancak... Kaleminiz havada asılı kalıyor. Düşünceleriniz sıraya girmiyor ve kaleminizden dökülmüyor. Zaman geçtikçe zihin de daralmaya başlıyor ve olmuyor. Sınavdan çıktığınızda tanıdık bir cümle dökülüyor ağzınızdan “Aslında biliyordum!”

Bu deneyim, yaşanan tüm bu duygular öğrenim seviyesi fark etmeksizin matematikle karşılaşan herkes için tanıdık. Peki bir sorunun yapılamaması gerçekten bizler için ne ifade etmektedir?

Bir öğrenciden “Bu soruyu yapamıyorum” cümlesini duyduğumuzda çoğunlukla bu durumu bilgi eksikliği ile ilişkilendiririz. Oysa matematikte yapamamak çoğu zaman bilmemekle aynı anlama gelmez. Matematiksel bir problemin çözülmesi

- Bilginin hatırlanmasını
- Hatırlanan bilgilerin uygun sırayla düzenlenmesini
- Doğru temsillerin seçilmesini
- Tüm bunların sınırlı bir zaman içinde yapılmasını

gerektirir. Bu süreçlerin herhangi birinde yaşanan aksama, problemi başarılı bir şekilde çözme sürecini doğrudan etkiler. O halde matematikte yaşanan başarısızlığın bilginin yokluğundan değil, etkin bir biçimde kullanılamamasından kaynaklandığını söyleyebiliriz.

İşte tam bu durumda matematiksel düşünmenin kırılganlığından bahsetmek çok yerinde olacaktır. “Matematiksel düşünme neden kırılgandır?”. Bir çözüm sürecinin genellikle bir önceki adımın çıktısına, sembolik ifadelerin doğru yorumlanmasına ve dikkat ile sıraya koyma becerisine dayandığını biliyoruz. Bu yapı, matematiksel düşünmenin oldukça kırılgan bir hale gelmesine neden olur. En ufak bir dikkat kayması ya da zihinsel yüklenme zincirin tamamında bozulmaya yol açabilir. Bu nedenle matematiğin bilişsel süreçlerdeki aksaklıkları en hızlı şekilde açığa çıkaran disiplinlerden biri olduğunu söyleyebiliriz.

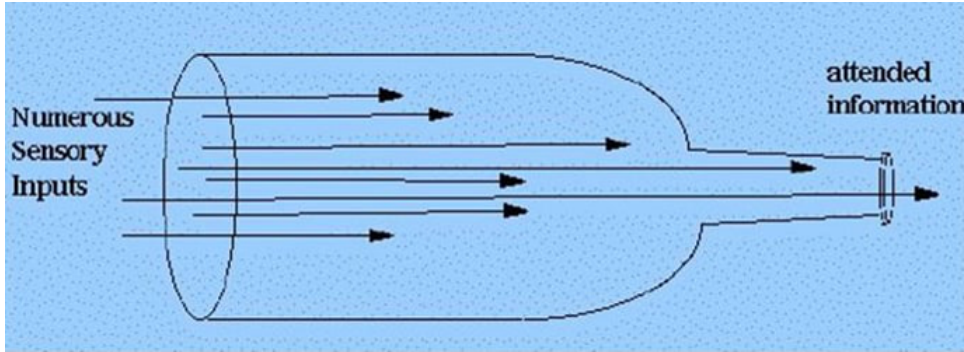
Peki, öğrenme aşamasında bilişsel süreçler nasıl işler? Bunun için bilgi işleme kuramına kısaca değinmek yerinde olacaktır. Belleğimiz üç ana bölümden oluşur: Duyusal Bellek, Kısa Süreli (Çalışan/ İşleyen) Bellek ve Uzun Süreli Bellek.

Bilgiyi işleme sürecinin ilk aşaması duyusal bellektir. *Duyusal bellek*, çevreden alınan bilginin işleme sistemine girmeden önce kısa bir süre tutulduğu bilgi deposudur. Bilginin duyusal kayıta kalış süreci çok kısadır. Bazı kaynaklara göre bilgi duyusal kayıta yarım saniyeden daha az kalmaktadır. Bilginin duyusal kayıta kalış süresi çok sınırlı olmakla birlikte, duyusal kaydın alan olarak kapasitesi sınırsızdır. Bilginin duyusal kayıttan kısa süreli belleğe geçişinde “**Dikkat**” ve “**Seçici Algı**” süreçleri süzgeç görevi yapar. Duyusal kayıttan dikkat ve algı süreçleri sonunda ayrılan bilgi, sistemin ikinci ögesi olan *kısa süreli belleğe*

geçer. Bu belleğin kapasitesi oldukça sınırlıdır. Araştırmalar bu belleğin kapasitesinin 5-9 yeni bilgi birimi (sayı, harf, obje, isim vb.) olduğunu göstermektedir. Kısa süreli belleğin bilgiyi koruma süresi ise yaklaşık **20 saniyedir**. Kısa süreli bellekteki bilgiler etkindir. Bu nedenle anında hatırlanır ve davranışa dönüşebilir. Ancak bu bilgiler, uzun süreli belleğe kodlanmadan araya yeni bilgiler girerse, ya da kodlama için bir çaba gösterilmezse unutulur. *Uzun süreli bellek*, sürekli bellek deposu olarak kabul edilir. Bir bilginin öğrenilmiş kabul edilmesi için mutlaka uzun süreli bellekte depolanmış olması gerekir. Uzun süreli bellekte bilgiler kaybolmaz, ancak bilgi, uygun biçimde kodlanmamış ve uygun yere yerleştirilmemişse, geri getirmede zorluklarla karşılaşılır.

Yukarıda verilen işleyişte en büyük yük şüphesiz ki “Kısa Süreli Bellek” e aittir. Bu durumu “Çalışan Bellek, İşleyen Bellek” gibi iş yüküne işaret eden çeşitli isimlendirmelerden de anlamak mümkündür. Duyusal bellek ile uzun süreli bellek arasındaki transfer sürecini başarıyla gerçekleştirdiği takdirde sıkıntı yaşanmaz ancak ne zaman ki burada işler yolunda gitmez o zaman öğrenme veya öğrenilenleri hayata geçirme süreçleri sekteye uğrar. O halde çalışma belleğinde ortaya çıkabilecek sorunlara daha detaylı değinebiliriz:

Çalışan bellekte yaşanan sıkıntıların başında “Dar Boğaz” olarak tanımlanan bir yapı gelmektedir. Çalışan belleğin kapasitesinin sınırlı olması bu alanda sınırlı sayıda bilgi biriminin işlenmesine veya aktif olarak tutulmasına olanak sağlar. Çoklu görevlerin sıkça kullanıldığı matematiksel düşünme görevleri ise tam da bu kısımda çalışan belleğe ekstra yük getirir. Kapasite kullanımının içinde yalnızca matematiksel görevler yer almaz.



Şekilde (McLeod, 2023) görüldüğü üzere dar boğaz benzetmesi, sistem içerisinde ne kadar geniş ve akıcı şeylerle uğraşırsak uğraşalım, bir sonraki aşamadan tek bir dar noktadan geçmek zorunda kaldığımız durumda akışın o noktaya takılması anlamında kullanılmaktadır. Bu metaforu öğrenme üzerinden derinleştirecek olursak; bir konuda sahip olduğunuz tüm bilgiler uzun süreli bellekte depolanmaktadır ve bu bilgilerinizi gerektiği durumda çalışan belleğe çağırarak işlevsel hale getirebilirsiniz. Zaten kapasitesi sınırlı olan çalışan belleğinize ek olarak başka yükler getirmek sizdeki o engin bilginin işlevselliğinin bozulmasına neden olur. Bu yükler, matematiksel görevi yerine getirirken karşılaştığınız her şey olabilir. Sorun çoğu zaman geçidin varlığı ve darlığı değil; taşıyabileceğinden fazlasının aynı anda yüklenmesidir. Bu durumu bir trafik örneği ile açıklayabiliriz:

Bir köprü hayal edin. Bu köprü sağlam ama dardır ve aynı anda sınırlı sayıda araç geçebilir. Eğer birkaç araç geçmek için sıradaysa sorun yoktur ancak aynı anda köprüden geçmek için çok sayıda araç yığılırsa sorun başlar. Burada köprü bozulmamıştır, araçlar da bozuk değildir ama trafik yükü köprünün kapasitesini aştığı için geçişte aksamalar meydana gelir.



Matematik problemleriyle karşılaşıldığında ortaya çıkan “zaman baskısı, hata yapma düşüncesi, değerlendirilme kaygısı” çalışma belleğinde belli bir alan kaplar. Beilock ve Carr (2005), matematik kaygısının çalışma belleği kaynaklarını “işgal ettiğini” ve problem çözme için kalan alanı daralttığını göstermektedir. Bu durum aslında baskı altında matematiksel düşünme görevlerinin sekteye uğramasının en önemli açıklamasıdır. Kaygı kavramını daha sonraya bırakarak öncelikle bilişsel görevler üzerinden gidelim. Dar boğaz ifadesi geçidin genişliğini ifade ederken, o geçitten geçmeye çalışan yük miktarı olarak “Bilişsel Yük” kavramı ortaya çıkmaktadır.

Bilişsel yük teorisi John Sweller ve arkadaşları tarafından 1980’lerde ortaya çıkmış, son 20 yılda ise öğretim tasarımlarında kendini göstermiştir. Teori, bireylerin bilişsel mekanizmasına odaklanmakla beraber, işleyen belleğin bilgi işleme ve depolaması üzerinde durmaktadır (Janssen, Kirschner, Erkens, Kirschner & Paas, 2010). Bilişsel yük teorisinde işleyen belleğin sınırlı olması göz önünde bulundurularak öğrenme çıktıları tahmin edilir (Plass, Moreno & Brünken, 2010). Burada üç tür bilişsel yükten bahsedebiliriz: Asıl Yük, Dışsal Yük ve Etkili Yük.

Sweller’ a (2010) göre asıl yük öğrenme materyalinin, bilginin ya da görevin doğasından kaynaklı karmaşıklıkla ilgili olan yüküdür. Bildiğimiz üzere matematikte bazı konular diğerlerine nazaran daha yoğun ve korkutucu gelmektedir. Bunun için öğrencilerin kendilerine konuya ilişkin yeni bir yol çizmeleri gerekir. Bu yollar; ön bilgilerle bağdaştırma, basitten karmaşığa doğru bir bilgi ya da görev akışı oluşturma, mevcut görevlerin parçalanması veya çözüm süreçlerini anlamlı parçalara bölmek olabilir. Dışsal yük ise öğrenme materyalinin ya da görevinin biçimsel ya da içerik yönünden uygun olmayan şekilde tasarlanması veya uygulanması sırasında ortaya çıkan yüküdür. Son zamanlarda “yeni nesil sorular” adı altında karşılaştığımız sorular aslında dışsal yüke dikkat çekici bir örnek olarak verilebilir. Bu soru türlerinin içerdiği matematik konusunun doğasından gelen zorluğun yanı sıra soruların geniş (bazen ilgisiz) bağlamda, yersiz uzun ve neredeyse okuma becerilerini matematiksel becerilerin önüne geçirecek şekilde sunulması öğrencilerde dışsal yük oluşmasına neden olmaktadır. Çalışan belleğin aşırı derecede yüklenmesine sebep olan dışsal yük, görevlerin düşük performansla sonuçlanmasına neden olabilmektedir (Hasler, Kersten & Sweller, 2007). Son olarak öğretim sürecinde, öğrenenlerin süreç içerisindeki tüm faaliyetlerinin çalışan belleğe getirdiği yüke etkili yük denir.

O halde bilişsel yükün dengede kalmasının dar boğazdan geçişi kolaylaştıracağına dair yeteri kadar kanıt toplamış oluyoruz. Karşılaştığımız matematiksel duruma ilişkin mevcut bilgilerimizi gözden geçirmek, özetlemek ve bu bilgileri etkin kullanmak adına çeşitli stratejiler üretmemiz gerektiği önemli bir gerçek olarak karşımıza çıkmaktadır. Peki elimizde olmadan dar boğazı sıkıştıran başka bir faktör olduğunu da

biliyoruz: **Kaygı.**

Araştırmalara göre matematik kaygısı yaşayan insanların, sayılarla karşılaştıklarında beyinlerindeki korku merkezleri aktif hale gelmektedir. Bu merkez yılan veya örümcek görünce de harekete geçen merkezdir. Beyindeki korku merkezi aktive olduğunda beynin problem çözme merkezindeki faaliyetler yavaşlamaktadır. Burada duyguların beyni ele geçirmesi söz konusudur. Bir stres durumunda beynimizde ne olur kısaca açıklayalım:

Öncelikle, stres yanıtının merkezi olan amigdalada hiperaktivite görülür. Bu, tehdit algısının sürekli yüksek kalmasına ve duygusal regülasyonda bozulmaya neden olur. Geçmiş deneyimlerinde hedeflediği sonuca ulaşamayan ve kendi davranışlarının sonuç üzerinde etkili olmadığına inanan birey, gelecekte sonucu etkileyebilecek koşullar mevcut olsa dahi bu doğrultuda çaba göstermeme eğiliminde olur. Bu durum öğrenilmiş çaresizliğin tipik göstergesidir. Öğrenilmiş çaresizlik yaşayan bireylerde beynin ilgili bölgelerinin aktivitesinde azalmalar görülür. Bu bölgeler karar verme, planlama ve problem çözme ile ilgilidir. Azalan aktivite, kişinin alternatif çözüm yolları aramada pasif kalmasına neden olur. Motivasyon ve hata izleme ile ilgili bu bölgede aktivite azalır. Birey kendi performansına dair geri bildirim almayı bırakır; “Zaten ne yaparsam yapayım fark etmiyor” düşüncesi hâkim olur.



Görüldüğü üzere stres sadece duygularımızla ilgili bir durum değil, fiziksel aktivitelerimizi doğrudan etkileyen bir faktördür. Peki bu duruma karşı neler yapabiliriz:

- Başarıyı küçük adımlarla görünür kılabiliriz.
- Hataları birer öğrenme fırsatı olarak kazanmayı düşünebiliriz.
- Sonuçtan değil süreçten zevk almayı alışkanlık haline getirebiliriz.
- Stres ve kaygının etkilerinin farkında olarak bu süreci yönetme becerisini kazanmayı hedeflemeliyiz.

O halde en başa dönelim. Evet, o yapamadığınız sorunun çözümünü gerçekten biliyordunuz. Ama artık yaşadığınız bu duruma neyin sebep olduğunu da biliyorsunuz.

■ Kaynaklar

- [1] Beilock, S. L., & Carr, T. H. (2005). When High-Powered People Fail: Working Memory and "Choking Under Pressure" in Math. *Psychological Science*, 16(2), 101–105. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2005.00789.x>
- [2] Broadbent, D. (1958). *Perception and Communication*. London: Pergamon Press.
- [3] Hasler, B. S., Kersten, B., & Sweller, J. (2007). Learner control, cognitive load and instructional animation. *Applied Cognitive Psychology*, 21(6), 713–729. <https://doi.org/10.1002/acp.1345>
- [4] Janssen, J., Kirschner, F., Erkens, G., Kirschner, P. A., & Paas, F. (2010). Making the black box of collaborative learning transparent: Combining process-oriented and cognitive load approaches. *Educational Psychology Review*, 22(2), 139-154.
- [5] McLeod, S. (2023). Theories of Selective Attention in Psychology. *Simply Psychology*. <https://www.simplypsychology.org/attention-models.html>
- [6] Plass, J. L., Moreno, R., & Brünken, R. (2010). *Cognitive load theory*. Cambridge University Press.

- [7] Sweller, J. (2010). Cognitive load theory: Recent theoretical advances. In J. L. Plass, R. Moreno, & R. Brünken (Eds.), *Cognitive load theory* (pp. 29-47). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511844744.004>
- [8] Treisman, A., 1964. Selective attention in man. *British Medical Bulletin*, 20, 12-16.