



ISSN: 2147 - 1037

Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi

<http://kefad.ahievran.edu.tr>

Adaptation of the Different Types of Cognitive Load Scale into Turkish: A Validity and Reliability Study


 Yalın Kılıç Türel¹ Mustafa Alpsülün²

ARTICLE INFO

DOI: 10.29299/kefad.1600402

Received: 12.12.2024

Revised: 14.01.2025

Accepted: 01.02.2025

Keywords:
 Cognitive Load,
 Intrinsic Cognitive Load,
 Extraneous Cognitive Load,
 Germane Cognitive Load

ABSTRACT

This study aims to adapt the "Different Types of Cognitive Load Scale" developed by Leppink et al. (2013) into Turkish and to conduct validity-reliability analyses. The study aimed to address the lack of a comprehensive tool in the Turkish literature that can separate and measure internal, external and effective load types within the framework of Cognitive Load Theory. The scale was translated into Turkish in line with expert opinions, language equivalence tests were applied and its three-factor structure was confirmed with confirmatory factor analysis. In the study, analyses were conducted on data collected from 221 associate degree students receiving distance education at a state university. The fit indices (RMSEA, CFI, TLI etc.) of the scale were found to be at an acceptable level and Cronbach's Alpha coefficients were .93 in general and ranged between .86 and .98 in the sub-dimensions. The results showed that the scale offered high reliability and validity both in general and in the sub-dimensions. It is anticipated that this scale will make a significant contribution to the Turkish literature and will be an effective tool in research on measuring cognitive load in educational environments.

Farklı Bilişsel Yük Türleri Ölçeğinin Türkçe Uyarlaması: Geçerlilik ve Güvenirlilik Çalışması

MAKALE BİLGİLERİ

DOI: 10.29299/kefad.1600402

Yükleme: 12.12.2024

Düzeltilme: 14.01.2025

Kabul: 01.02.2025

Anahtar Kelimeler:
 Bilişsel Yük,
 İçsel Bilişsel Yük,
 Dışsal Bilişsel Yük,
 Etkili Bilişsel Yük

ÖZ

Bu çalışma, Leppink ve diğerleri (2013) tarafından geliştirilen "Farklı Bilişsel Yük Türleri Ölçeği"nin Türkçe uyarlamasını ve geçerlik-güvenirlilik analizlerini gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır. Araştırma, bilişsel yük kuramı çerçevesinde içsel, dışsal ve etkili yük türlerini ayrıştırarak ölçebilen kapsamlı bir aracın Türkçe literatürdeki eksikliğini gidermeyi hedeflemiştir. Ölçek, uzman görüşleri doğrultusunda Türkçeye çevrilmiş, dil eşdeğerliği testleri uygulanmış ve doğrulayıcı faktör analizi ile üç faktörlü yapısı doğrulanmıştır. Çalışmada, bir devlet üniversitesinde uzaktan eğitim alan 221 ön lisans öğrencisinin katılımıyla toplanan veriler üzerinde analizler yapılmıştır. Ölçeğin uyum indeksleri (RMSEA, CFI, TLI vb.) kabul edilebilir düzeyde bulunmuş ve Cronbach Alfa katsayıları genel olarak .93, alt boyutlarda ise .86 ile .98 arasında değişmiştir. Sonuçlar, ölçeğin hem genel hem de alt boyutlar düzeyinde yüksek güvenirlik ve geçerlilik sunduğunu göstermiştir. Bu ölçeğin, Türkçe literatüre önemli bir katkı sunacağı ve eğitim ortamlarında bilişsel yük ölçümüne yönelik araştırmalarda etkili bir araç olacağı öngörülmektedir.

1. Giriş

Bilişsel Yük Kuramı (BYK), eğitim psikolojisi ve öğretim tasarımıyla ilgili önemli bir kavramdır. Öğrenmeyi ve öğretim etkinliğini optimize etmek için öğrencilerin bilişsel kaynaklarını yönetmenin önemini vurgular (Chandler ve Sweller, 1991). Teori, öğrenme sürecinde önemli bir rol oynayan içsel, dışsal ve etkili yük arasında ayrım yapar (Sweller, 2010). İçsel bilişsel yük, işlenmekte olan bilginin doğasında var olan karmaşıklıkla ilişkilidir; dışsal bilişsel yük ise öğretim materyallerinin tasarımıyla bağlantılıdır. Etkili bilişsel yük, bilginin edinilmesine odaklanır ve öğretmenlere öğrenciler için etkili öğretim tasarımları hazırlama konusunda rehberlik etmek için gereklidir (Wang vd., 2022). Bu farklı bilişsel yük türlerini dikkate alarak dengeli bir içerik sunmak için çalışma belleği kaynaklarının tahsisi, etkili öğrenme açısından son derece önemlidir (Yoo vd., 2023).

BYK'nın özellikle somutlaştırılmış öğrenme ortamlarında, yani öğrenme süreçlerinin fiziksel nesneler veya görsel materyallerle desteklendiği durumlarda, öğrenme ve öğretim alanında önemli bir etkiye sahip olduğu literatürde vurgulanmıştır (Skulmowski ve Rey, 2017). Bunun yanı sıra, BYK, öğretim tasarımı ve yöntemleri üzerindeki etkileri dolayısıyla eğitim bilimlerinde giderek daha fazla kabul görmektedir (Young vd., 2014). Eğitim araştırmaları ve uygulamalarında bilişsel yükün ölçümü, kritik bir bileşen olarak değerlendirildiğinden, bu kuramın önemi farklı öğretim bağlamlarında (örneğin, çevrimiçi öğrenme, sınıf içi öğretim ve karma öğrenme) öne çıkmaktadır (Skulmowski, 2023). Özellikle çevrimiçi kurslar, sanal ve akıllı öğretim ortamlarının tasarımıyla bilişsel yükün izlenmesinin öğrenme çıktılarına iyileştirmek açısından kritik bir rol oynadığı belirtilmektedir (Caldiroli vd., 2023; Guo vd., 2020; Han vd., 2020).

BYK, eğitim ortamlarındaki önemi ve karmaşık öğrenme görevleri üzerindeki etkisiyle giderek daha fazla önemsenmektedir (Gupta ve Zheng, 2020; Young vd., 2016). Mobil cihazların öğrencilerin bilişsel yükü ve öğrenme süreçleri üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar, BYK'nın eğitimde teknoloji kullanımına yönelik önemli bulgular sunduğunu göstermektedir (Montrieux ve Schellens, 2018). Ayrıca, bu teori, optimum görev uygunluğu, karmaşıklığı ve öğretim desteğine ulaşmak için değerli içgörüler sunan alanlarda uygulanmaktadır (Leppink ve Duvivier, 2016).

BYK, eğitim psikolojisi ve öğretim tasarımıyla büyük önem taşımaktadır. Bu teori, bilişsel kaynakların öğrenme sırasında nasıl tahsis edildiğini anlamak için bir çerçeve sağlar ve çeşitli eğitim ortamları için geniş kapsamlı etkileri vardır.

Paas ve Van Merriënboer (1993) tarafından geliştirilen ve Kılıç ve Karadeniz (2004) tarafından Türkçeye uyarlanan Bilişsel Yük Ölçeği, 1 ile 9 arasında puanlanabilen simetrik ve Likert tipi bir ölçektir. Bu ölçek, öğrencinin bireysel öğrenme sürecinde ne kadar çaba sarf ettiğini

değerlendirmeye olanak tanır; 1'den 9'a doğru bilişsel yükün arttığı belirtilmektedir. Bu doğrultuda, 1-4 arası puan düşük bilişsel yük, 5-9 arası puan ise yüksek bilişsel yük olarak değerlendirilmektedir (Paas ve van Merriënboer, 1993). Ölçek, farklı öğrenme bağlamlarında öğrencilerin bilişsel yükünü ölçmek amacıyla çeşitli çalışmalarda kullanılmıştır. Küçük ve diğerleri (2016), bu ölçeği mobil artırılmış gerçeklik aracılığıyla bireysel olarak anatomi çalışan öğrencilerin bilişsel yükünü ölçmek için kullanmıştır. Özer ve Kılıç (2018) ise mobil destekli bir dil öğrenme ortamında öğrencilerin bilişsel yükünü ölçmek amacıyla aynı ölçeği kullanmışlardır. Ayrıca Dindar ve diğerleri (2014) uyarlanmış ölçeği, özellikle statik grafikler ile animasyonlu grafikleri karşılaştırarak test öğelerindeki bilişsel yükü ölçmek için kullanmıştır. Çakıroğlu ve diğerleri (2018) de uyarlanmış Bilişsel Yük Ölçeğini kullanarak Scratch aracılığıyla programlama öğreniminde algılanan bilişsel yükü araştırmışlardır.

Bu çalışmalar, Bilişsel Yük Ölçeğinin farklı eğitim ortamlarında öğrencilerin bilişsel yükünü ölçmedeki çok yönlülüğü ve uygulanabilirliğini göstermektedir. Ancak bu ölçeğin önemli bir sınırlılığı, bilişsel yükü yalnızca tek boyutlu bir yapı olarak ele almasıdır. Yani, bilişsel yükün alt bileşenleri olan içsel, dışsal ve etkili yükü ayrıştırarak ölçme yeteneğine sahip değildir. Bu eksiklik, farklı yük türlerinin farklı öğrenme ortamlarında nasıl ortaya çıktığını ve birbirleriyle nasıl etkileşimde bulunduğunu analiz etmeyi imkânsız hale getirmektedir. Örneğin, dışsal yükü azaltmaya yönelik bir öğretim tasarımının, etkili yük üzerindeki olumlu veya olumsuz etkilerini mevcut ölçeklerle değerlendirmek mümkün değildir. Ayrıca mevcut ölçek, aynı anda birden fazla yük türünü tetikleyen karmaşık eğitim ortamlarında detaylı bir analiz sunamadığından, öğretim tasarımı süreçlerinde daha fazla bilgiye ihtiyaç duyulmasına neden olmaktadır.

Türkiye'deki akademik literatürde, bilişsel yük ölçeklerinin mevcut sınırlıkları ön plana çıkarılmakta ve içsel, dışsal ve etkili bilişsel yükü ayrıştırarak ölçeklenen daha kapsamlı araçlara duyulan ihtiyacın altı çizilmektedir. Bu çerçevede, Türkiye'nin eğitim ortamları ve öğrenci profilleriyle uyumlu bir ölçeğin geliştirilmesinin, öğrenme süreçlerinin daha ayrıntılı bir biçimde analiz edilmesine ve daha etkili öğretim tasarımlarının oluşturulmasına önemli katkılar sağlayacağı öngörülmektedir. Bu gereksinim, eğitim ve bilişsel yük kuramı çerçevesinde yapılan uluslararası çalışmalarla da desteklenmektedir.

Leppink ve diğerleri (2013) tarafından geliştirilen "Farklı Bilişsel Yük Türleri Ölçeği", uluslararası literatürde karmaşık öğrenme görevlerini analiz etmek ve öğrenme materyallerinin tasarımını optimize etmek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır (Albus vd., 2021; Liao vd., 2019; Thees vd., 2020). Bu ölçeğin, farklı öğrenme ortamlarındaki bilişsel yükün alt bileşenlerini ayrıştırılmasındaki etkinliği, onu diğer geleneksel ölçeklerden ayıran önemli bir araç hâline getirmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Leppink ve diğerleri (2013) tarafından geliştirilen "Farklı Bilişsel Yük Türleri Ölçeği"ni Türkçeye uyarlamak ve bu ölçeğin geçerlilik ve güvenilirlik analizlerini gerçekleştirmektir. Uluslararası çalışmaların Türkiye'deki çeşitli öğrenme ortamlarına uyarlanması, bu çalışmanın hem ulusal hem de küresel literatüre katkısını vurgulamaktadır. Türkçeye uyarlanan bu ölçeğin, farklı bilişsel yük türlerini ölçmeye yönelik bir araç olarak akademik literatüre önemli katkılar sunması beklenmektedir.

2. Yöntem

2.1. Desen

Bu araştırma, nicel araştırma yöntemine dayalı bir ölçek uyarlama çalışmasıdır. Ölçek uyarlama çalışmaları, bir ölçme aracının farklı bir dil ve kültüre uyarlanmasını ve bu süreçte geçerlilik ve güvenilirlik özelliklerinin değerlendirilmesini amaçlar (Büyüköztürk, 2021). Araştırmada, "Farklı Bilişsel Yük Türleri Ölçeği" Türkçeye uyarlanmış ve ölçeğin psikometrik özelliklerinin değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

Bu doğrultuda, ölçeğin uyarlama süreci belirli aşamalar çerçevesinde yürütülmüş, dilsel uygunluk ve kültürel anlam eşdeğerliği göz önünde bulundurulmuştur. Çalışma, ölçeğin Türkçe versiyonunun geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olup olmadığını belirlemeye yönelik olarak yapılandırılmıştır. Araştırma deseni, alanyazında ölçek uyarlama çalışmalarında yaygın olarak kullanılan sistematik bir yaklaşımı temel almaktadır.

2.2. Katılımcılar

Katılımcıların belirlenmesinde uygun örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Bu yöntem, araştırma için uygun olan katılımcılara kolaylıkla ulaşılabilen bir örnekleme türü olarak tanımlanmaktadır (Fraenkel vd., 2012). Ölçeğin çeviri süreci tamamlandıktan sonra, Bilişsel Yük Ölçeği'nin geçerlilik ve güvenilirlik analizleri, bir devlet üniversitesinde uzaktan eğitim alan ve ön lisans programlarında öğrenim gören öğrencilerle gerçekleştirilmiştir. Çalışmada toplam 221 öğrenciden elde edilen veriler analiz edilmiştir. Veri toplama sürecinde, katılımcıların kimlik bilgilerini ifşa edecek herhangi bir bilgi talep edilmemiş ve tüm süreç boyunca etik kurallara uyulmuştur. Katılımcıların demografik özelliklerine ilişkin bilgiler ise Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1 incelendiğinde; araştırmadaki katılımcıların 130 'u kadın (%58.8), 91'inin ise erkek (%41.2) olduğu görülmektedir. Katılımcıların yaş dağılımı incelendiğinde, çoğunluğun 19-23 (%78.7, $f = 174$) yaş aralığı olmak üzere, sırasıyla 24-28 (%11.8, $n=26$), 34 ve üzeri (%5.4, $f = 12$), 18 ve altı (%3.2, $f = 7$) ve 29-33 (%0.9 $f = 2$) şeklinde kümelandığı görülmüştür. Katılımcıların uzaktan eğitim platformlarına hangi araçlarla ulaşıldığı dağılımı incelendiğinde çoğunluğunun telefon (%83.7, $f = 185$) olmak üzere sırasıyla bilgisayar (%14.9, $f = 33$) ve tablet (%1.4, $f = 3$) gibi araçları tercih ettiği söylenebilir.

Tablo 1.

Katılımcılara ait demografik veriler

Değişken		<i>f</i>	%
Cinsiyet	Kadın	130	58.8
	Erkek	91	41.2
Yaş	18 ve altı	7	3.2
	19-23	174	78.7
	24-28	26	11.8
	29-33	2	0.9
	34 ve üzeri	12	5.4
Kullanılan Araç	Bilgisayar	33	14.9
	Telefon	185	83.7
	Tablet	3	1.4

2.3. İşlem

Aracın uyarlanma sürecine ilk önce ölçeğin Türkçeye uyarlanması konusunda ölçeği geliştiren araştırmacılardan e-posta yolu ile gerekli iznin alınması ile başlanmıştır. Özgün ölçek öncelikle araştırmacılar tarafından Türkçeye çevrilmiş, daha sonra hem özgün hem de Türkçeye uyarlanmış hâlinin dil ve içerik konusunda alan uzmanı olan dört öğretim elemanı tarafından kontrol edilmesi sağlanmıştır. Bu işlemlerden sonra ölçeğin dil eşdeğerliği

için hem İngilizceyi hem de Türkçeyi iyi derecede bilen Harran Üniversitesine bağlı Eğitim Fakültesinde 18 İngilizce öğretmen adayına önce orijinal dildeki daha sonra da iki hafta arayla Türkçeye çevrilmiş formu uygulanmıştır. Her iki dildeki formların uygulamasından elde edilen verilerin incelenip değerlendirilmesinde Pearson momentler çarpımı korelasyon analizinden yararlanılmıştır. Dil eşdeğerliği için yapılan analiz sonucuna göre yüksek düzeyde pozitif bir ilişki

bulunmuştur ($r = .876, p < .01$). Türkçe ölçek daha sonra 221 öğrenciye uygulanmıştır.

2.3.1. Etik bildirim

Yapılan bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbirisi gerçekleştirilmemiştir. Bu çalışma, Fırat Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulunun 26-04 sayılı kararı ile alınan izinle yürütülmüştür.

2.4. Veri Toplama Araçları

2.4.1. Farklı Bilişsel Yük Türleri Ölçeği

Araştırmada veri toplama aracı olarak, Leppink ve diğerleri (2013) tarafından geliştirilen ve bu çalışma kapsamında Türkçeye uyarlanan “Farklı Bilişsel Yük Türleri Ölçeği” kullanılmıştır. Bu ölçek, öğrenme sürecinde bilişsel yükün üç alt boyutunu değerlendirmek amacıyla tasarlanmıştır: içsel bilişsel yük, dışsal bilişsel yük ve etkili bilişsel yük. İçsel bilişsel yük, öğrenme materyalinin karmaşıklığından kaynaklanan zihinsel çabayı; dışsal bilişsel yük, öğretim tasarımının etkilerinden doğan yükü; etkili bilişsel yük ise öğrenme sürecindeki anlamlı zihinsel çabayı ölçmektedir.

Ölçek, toplamda 10 maddeden oluşmakta ve her bir madde, katılımcılar tarafından 1 (çok düşük) ile 10 (çok yüksek) arasında puanlanmaktadır. Yüksek puanlar, daha yüksek bilişsel yük seviyelerini temsil etmektedir. Ölçeğin bu üç alt boyutunun ayrıştırılması, farklı öğrenme bağlamlarında bilişsel yük türlerinin ayrı ayrı incelenmesine olanak sağlamaktadır.

2.5. Veri Analizi

Veriler, yapı geçerliğini test etmek amacıyla IBM SPSS AMOS yazılımının 21.0 sürümü kullanılarak doğrulayıcı faktör analizine (DFA) tabi tutulmuş ve güvenilirlik analizi için Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayıları hesaplanmıştır. Ölçek uyarlama sürecinde, DFA, uyarlanan ölçeğin test edilmesinde kullanılan ve ölçeğe yeni madde eklenmediği ya da ölçekten madde çıkarılmadığı durumlarda tek başına yeterli bir istatistiksel yöntem olarak kabul edilmektedir (Büyüköztürk vd., 2017; Güngör, 2016; Hair vd., 2010; Tabachnick ve Fidell, 2013). Bu bağlamda, açılıyıcı faktör analizine (AFA) ihtiyaç duyulmamıştır.

Türkçe uyarlaması yapılan ölçeğin orijinal formu, Leppink ve diğerleri (2013) tarafından geliştirilmiştir. Orijinal ölçeğin geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları kapsamında, ölçek önce AFA'ya tabi tutulmuş ve üç faktörlü bir yapı (içsel, dışsal ve etkili bilişsel yük) ortaya çıkarılmıştır. Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayıları, içsel yük (IL) için .81, dışsal yük (EL) için 0.75 ve etkili yük (GL) için .82 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, doğrulayıcı faktör analizinde (DFA) elde edilen uyum iyiliği değerleri CFI = .99, TLI = .99 ve RMSEA = .03 gibi kabul edilebilir seviyelerde

bulunmuştur. Bu bulgular, ölçeğin yapı geçerliğinin yüksek olduğunu ve güvenilir bir ölçüm aracı sunduğunu göstermektedir.

Bu nedenle, ölçeğin başka bir dile uyarlanması sırasında yeniden AFA yapılmasına gerek duyulmamış, sadece DFA uygulanması yeterli ve uygun bir yöntem olarak değerlendirilmiştir (Büyüköztürk vd., 2017; Güngör, 2016; Hair vd., 2010; Tabachnick ve Fidell, 2013). Bu durum, uyarlama sürecinde ölçeğin yapısal bütünlüğünü koruyarak geçerlik ve güvenilirlik analizlerinin etkili bir şekilde yapılmasını sağlamıştır.

Veri analizi öncesinde, DFA'nın uygulanabilmesi için gerekli varsayımlar IBM SPSS yazılımının 21. sürümü kullanılarak test edilmiştir ve verilerin DFA'ya uygun olduğu belirlenmiştir. DFA'nın ön koşullarından ilki, yeterli örneklem büyüklüğüne sahip olunmasıdır. Alan yazına göre Guilford (1954), örneklem büyüklüğünün 200'ün üzerinde olması gerektiğini belirtirken, Hair ve diğerleri (2010) her soru için en az 5 katılımcının yeterli olduğunu ifade etmektedir. MacCallaun ve diğerleri (1999) ise her soru için en az 10 katılımcının bulunmasını önerdiklerini vurgulamışlardır. Çalışmada kullanılan Ölçek toplamda 10 soru içerdiği için, 221 katılımcıdan elde edilen verilerin yeterli örneklem büyüklüğü kriterini karşıladığı tespit edilmiştir. Uç değerler, IBM SPSS yazılımı aracılığıyla tanımlayıcı istatistikler ve kutu grafiği yöntemiyle incelenmiştir. Tek değişkenli ve çok değişkenli normal dağılım varsayımları, IBM SPSS AMOS yazılımı kullanılarak çarpıklık ve basıklık testleri ile değerlendirilmiş ve verilerin normal dağılıma uygun olduğu görülmüştür. Bir sonraki bölümde, analiz sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmektedir.

3. Bulgular

Veri analizi sonuçlarına göre elde edilen bulgular, çalışmanın amaçları doğrultusunda geçerlik ve güvenilirlik bulgularına aşağıda yer verilmiştir.

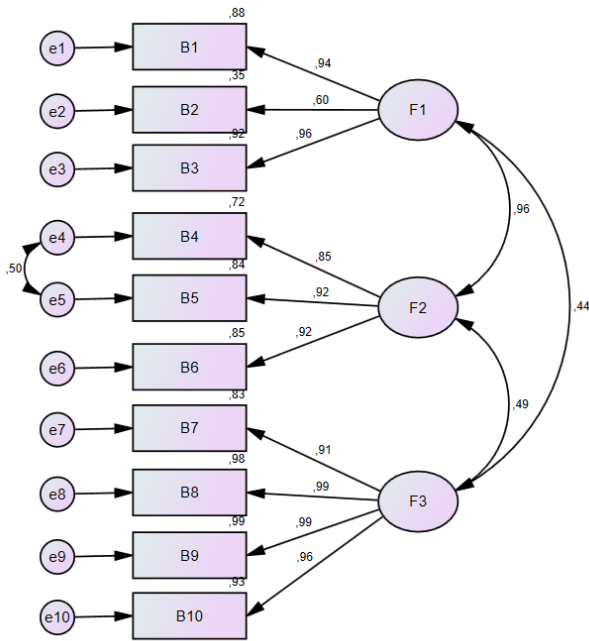
3.1. Geçerlilik

Uyarlanan ölçeğin geçerlik testi, IBM SPSS AMOS yazılımının 21. sürümü kullanılarak doğrulayıcı faktör analizi (DFA) ile gerçekleştirilmiştir. Türkçe ölçeğin tahmin modeli için ki-kare (χ^2) ve uyum indekslerinden yaklaşık hataların ortalama karekökü (RMSEA), standartlaştırılmış ortalama hataların karekökü (SRMR), iyi uyum indeksi (GFI), karşılaştırmalı uyum indeksi (CFI) ve Tucker-Lewis indeksi (TLI) kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 2.*Bilişsel Yük Ölçeği DFA uyum indeksleri*

Uyum İyilik Değerleri	Mükemmel Değer	Kabul Edilebilir Değer	Uyarlanmış Ölçek
χ^2/df	≤ 3	≤ 5	2.62
RMSEA	$\leq .05$	$\leq .08$	.08
SRMR	$\leq .05$	$\leq .08$	.028
TLI	$\geq .95$	$\geq .90$	.97
CFI	$\geq .95$	$\geq .90$	.98
GFI	$\geq .95$	$\geq .90$	.93
NFI	$\geq .95$	$\geq .90$	.97

Doğrulamalı faktör analizi sonuçlarına göre, Türkçeye uyarlanmış bilişsel yük ölçeğinin üç faktörlü yapısının uyum indekslerinin kabul edilebilir ya da mükemmel düzeyde olduğu görülmektedir (Tablo 2). Ölçeğin madde-faktör yapısı Şekil 1’te sunulmuştur. Dolayısıyla, uyarlanan ölçeğin DFA sonuçları doğrultusunda elde edilen model ve faktörler, ölçeğin orijinali ile aynı olup doğrulanmıştır ve uyarlanan ölçeğin geçerlik bir ölçek olduğu görüşmüştür (Çokluk vd. 2012; Sümer, 2000; Tabachnick ve Fidell, 2001).

**Şekil 1.** Bilişsel Yük Ölçeği DFA yol diyagramı

Şekil 1’de madde-yapı parametreleri incelendiğinde, ilgili modelin üç farklı alt boyutuna ilişkin standartlaştırılmış faktör yüklerinin 0.60 ile 0.99 arasında değiştiği görülmektedir. Faktör yüklerinin t değeri sınamasına göre istatistiksel açıdan anlamlı olduğu belirlenmiştir

(Tabachnick ve Fidell, 2001). Madde Toplam korelasyon değerleri 0.35 ile 0.99 arasında yer almaktadır. Büyüköztürk’ün (2002) belirttiği .30 değeri, madde toplam korelasyonu için yeterli bir ölçüt olarak kabul edilmektedir. Bu ölçüt dikkate alındığında, ölçek maddelerinin birbiriyle güçlü bir uyum sergilediği ve ölçeğin iç tutarlılığının yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Bu nedenle, herhangi bir madde çıkarılmadan ölçek nihai haline getirilmiştir.

3.2. Güvenirlik

Türkçeye uyarlanan Bilişsel Yük Ölçeği’nin güvenilirlik testi için, ölçeğin tamamı ve her bir faktörün Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayısı hesaplanmış ve elde edilen bulgular Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3.*Bilişsel Yük Ölçeği ve alt faktörlerinin güvenilirlik değerleri*

Faktör	Cronbach Alfa Katsayısı
Bilişsel yük (ölçek genel)	.93
İçsel Bilişsel Yük	.86
Dışsal Bilişsel Yük	.93
Etkili Bilişsel Yük	.98

Tablo 3 incelendiğinde, ölçeğin geneline ait Cronbach Alfa katsayısı .93 iken, alt boyutlarının ise sırasıyla .86, .93 ve .98 olarak hesaplanmış ve değerlerin yüksek düzeyde güvenilirliği kanıtladığı tespit edilmiştir. Nitekim, .70 değerinin üzerindeki Cronbach Alfa katsayı değeri mükemmel düzeyde güvenilirliğe işaret etmektedir (Hair, vd. 2010). Sonuç olarak, Türkçeye uyarlanan Bilişsel Yük Ölçeği hem genel hem de ayrı ayrı alt boyutları itibarıyla geçerli ve güvenilir bir ölçek olarak değerlendirilebilir.

4. Tartışma

Bu çalışmada, Bilişsel Yük Ölçeği’nin Türkçe uyarlamasının geçerlik ve güvenilirlik testlerini gerçekleştirmek amacıyla bir devlet üniversitesinde uzaktan eğitim alan ve ön lisans programlarında öğrenim gören toplam 221 öğrenciden veri toplanmıştır. Elde edilen verilerle geçerlilik ve güvenilirlik analizleri yapılmıştır. Ölçek, toplamda 10 maddeden ve üç faktörden oluşmaktadır: içsel bilişsel yük (3 madde), dışsal bilişsel yük (3 madde) ve etkili bilişsel yük (4 madde). Her bir madde, 1 ile 10 arasında puanlanmıştır. Türkçeye uyarlanması sürecinde, İngilizce ve Türkçeye hâkim uzmanlar tarafından İngilizceden Türkçeye çevrilmiş ve dil geçerliliğini değerlendirmek için iki hafta arayla hem orijinal hem de Türkçe uyarlanmış hali, her iki dile hâkim bir gruba uygulanmıştır. Pearson momentler çarpımı korelasyon analizi sonucunda, iki form arasında yüksek düzeyde pozitif bir ilişki olduğu saptanmıştır ($r = .876, p < .01$). Geçerlilik ve güvenilirlik analizleri doğrultusunda, ölçeğin yapı geçerliliğini değerlendirmek için doğrulamalı faktör analizi (DFA) yapılmıştır. DFA sonuçlarına göre, maddelerin faktör yükleri .60 ile .99 arasında değişmiş ve

kabul edilebilir düzeyde olduğu görülmüştür (Costello ve Osborne, 2005). Doğrulayıcı faktör analiziyle elde edilen uyum indeksleri ise $\chi^2/df = 2.62$, $p < .01$, RMSEA = .08,

Mulaik vd., 1989; Sands vd., 1999; Tay ve Drasgow, 2012). Bu sonuçlar, Sweller'ın (2010) Bilişsel Yük Teorisi'nin öngördüğü öğrenme tasarım ilkelerine uygun bir yapının varlığını göstermektedir. Aynı zamanda Leppink ve diğerlerinin (2013) bu teoriyi ölçek geliştirme sürecinde temel aldığı göz önüne alındığında, ölçeğin faktör yapısının kuramsal çerçeve ile tutarlılık gösterdiği söylenebilir. Ayrıca, ölçeğin güvenirlik analizinde, tüm ölçek ve alt faktörlere ait Cronbach Alfa güvenirlik katsayılarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Türkçe alanyazın incelendiğinde, bilişsel yük ölçümünde kullanılabilecek güncel ve farklı türdeki bilişsel yükleri ölçen bir ölçeğin bulunmadığı görülmektedir (Paas ve Van Merriënboer, 1993; Kılıç ve Karadeniz, 2004). Bununla birlikte, mevcut ölçeklerin genellikle tek boyutlu olduğu veya bilişsel yük türlerini ayırtmada yetersiz kaldığı dikkate alındığında, Türkçe'ye uyarlanan bu ölçeğin hem kapsamlı hem de ayırtıcı yapısıyla benzersiz bir katkı sunduğu söylenebilir. Bununla birlikte, uluslararası literatürde bu alanda çeşitli ölçekler geliştirilmiştir. Örneğin Paas'ın (1992) dokuz puanlık zihinsel çaba ölçeği, bilişsel yükü genel bir perspektiften değerlendirmekle birlikte içsel, dışsal ve etkili bilişsel yük türlerini ayırtma imkânı sunmamaktadır. Benzer şekilde Ayres'in (2006) ölçeği içsel bilişsel yükü ölçmeyi hedeflemiş olsa da analizlerde maddeler arasında yük türleriyle ilgili çapraz yüklemelerin görülmesi, içsel yük ile diğer bilişsel yük türleri arasındaki ayrımın net bir şekilde yapılamamasına yol açmıştır. Cierniak ve diğerleri (2009) tarafından geliştirilen ölçek ise özellikle dışsal bilişsel yükü ölçmeye odaklanmıştır. Bu ölçek, dışsal yükün öğrenme süreçlerindeki etkisini analiz etmekte etkili bir araç olarak görülse de etkili yük gibi öğrenmeye olumlu katkı sağlayan boyutları kapsamaması nedeniyle sınırlı bir çerçeve sunmaktadır. Bu bağlamda, Leppink ve diğerleri (2013) tarafından geliştirilen "Farklı Bilişsel Yük Türleri Ölçeği" hem içsel, dışsal ve etkili yük türlerini ayırtarak kapsamlı bir ölçüm sunmakta hem de önceki ölçeklerin sınırlılıklarını gidermektedir. Bu çerçevede, geçerlik ve güvenirlik çalışmaları Leppink ve diğerleri (2013) tarafından gerçekleştirilerek Türkçe'ye uyarlanan "Farklı Bilişsel Yük Türleri Ölçeği"nin, Türkçe alanyazına önemli bir katkı sunacağı düşünülmektedir. Bu ölçeğin, farklı türdeki bilişsel yüklerin ölçülmesi ve yapılacak araştırmalarda elde edilen verilerin genel bir çerçeveye oturtulması açısından yol gösterici bir niteliğe sahip olacağı öngörülmektedir. Özellikle uzaktan eğitim bağlamında öğretim tasarımcılarının öğrencilerin bilişsel yüklerini analiz ederek materyal düzenlemeleri yapmasına olanak sağlar (Skulmowski, 2023; Wang, 2022). Örneğin dışsal bilişsel yükü azaltmak için sade ve açık arayüzler tasarlanabilir veya etkili bilişsel yükün artırılması için problem çözme odaklı içerikler oluşturulabilir. Karma öğrenme stratejileri kapsamında ise yüz yüze ve çevrimiçi

SRMR = .02, TLI = 0.97, CFI = .98, GFI = 0.93 ve NFI = .97 olarak hesaplanmış ve bu değerlerin iyi düzeyde uyum gösterdiği belirlenmiştir (Byrne, 2013; Hu ve Bentler, 1999;

öğrenme materyallerinin uyumunu değerlendirmede ölçek kullanılabilir (Caldiroli vd., 2023; Guo vd., 2020; Han vd., 2020). Ayrıca Türkiye'de birçok üniversitede uzaktan eğitim programları bulunmaktadır. Uzaktan eğitim ortamlarında öğrencilerin bilişsel yüklerini belirlemek oldukça önemlidir. Örneğin video tabanlı öğrenme materyallerinde öğrencilerin dikkatlerini hangi içeriklere yoğunlaştırdığı veya hangi bölümlerde zorlandığı gözlemlenebilir. Simülasyon tabanlı eğitimlerde ise dışsal bilişsel yükün minimize edilmesi için arayüz tasarımlarında gereksiz öğelerin çıkarılması ve temel bilgilerle desteklenmesi sağlanabilir (Albus, 2021). Bu tür bağlamlarda ölçek, öğrenci deneyimlerini ölçerek tasarım iyileştirmelerine rehberlik edebilir. Bu ölçek hem uzaktan eğitimciler hem de öğretim tasarımcılarına öğrencilerin bilişsel yüklerini ölçmelerinde yardımcı olacaktır. Bunun yanı sıra, yüz yüze eğitim bağlamında içsel bilişsel yükü optimize etmek için içeriklerin kademeli bir şekilde sunulmasında kullanılabilir. Karma öğrenme ortamlarında ise çevrimiçi ve yüz yüze materyallerin bilişsel yük açısından uyumunu değerlendirmek için rehberlik edebilir. Mesleki eğitim programlarında, özellikle uygulamalı etkinliklerde etkili bilişsel yükün artırılması ve dışsal yükün azaltılması için ölçekten faydalanılabilir.

Yazar Notu: Prof.Dr. Yalın Kılıç TÜREL danışmanlığında Doktora öğrencisi Mustafa ALPSÜLÜN'e ait "Eğitsel Videolarda Eğitimci Görünürlüğünün Bilişsel Yük, Sosyal Varlık ve Öğrenme Performansına Etkisi: Bir Göz İzleme Çalışması" adlı doktora tez çalışmasından üretilmiştir.

Yazar Katkıları: Giriş: Birinci yazar, İkinci yazar. Yöntem: Birinci yazar, İkinci yazar., Bulgular: İkinci yazar, Tartışma: Birinci yazar, İkinci yazar.

Finansman: Çalışmamızda herhangi bir finansman destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması: Çalışmada bir çıkar çatışması yoktur.

Veri Erişilebilirliği: Verilerin erişilebilirlik durumu vardır. Google Drive üzerinde saklanmaktadır.

Ekler: Uyarlanmış ölçek ektedir.

Kaynakça

- Albus, P., Vogt, A., & Seufert, T. (2021). Signaling in virtual reality influences learning outcome and cognitive load. *Computers & Education*, 166, 104154. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104154>
- Ayres, P. (2006). Impact of reducing intrinsic cognitive load on learning in a mathematical domain. *Applied Cognitive Psychology*, 20(3), 287–298. <https://doi.org/10.1002/acp.1245>
- Büyüköztürk, Ş. (2017). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum*. Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş. (2021). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni SPSS uygulamaları ve yorum*. Pegem Akademi.
- Caldirol, C. L., Gasparini, F., Corchs, S., Mangiatordi, A., Garbo, R., Antonietti, A., & Mantovani, F. (2023). Comparing online cognitive load on mobile versus PC-based devices. *Personal and Ubiquitous Computing*, 27(2), 495–505. <https://doi.org/10.1007/s00779-022-01707-8>
- Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, 8(4), 293–332. https://doi.org/10.1207/s1532690xci0804_2
- Cierniak, G., Scheiter, K., & Gerjets, P. (2009). Explaining the split-attention effect: Is the reduction of extraneous cognitive load accompanied by an increase in germane cognitive load? *Computers in Human Behavior*, 25(2), 315–324. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2008.12.020>
- Costello, A. B., & Osborne, J. W. (2005). Best practices in exploratory factor analysis: Four recommendations for getting the most from your analysis. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 10(7), 173–178.
- Çakıroğlu, Ü., Suiçmez, S. S., Kurtoglu, Y. B., Sarı, A., Yıldız, S., & Öztürk, M. (2018). Exploring perceived cognitive load in learning programming via Scratch. *Research in Learning Technology*, 26, 2034. <https://doi.org/10.25304/rlt.v26.2034>
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. ve Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve LISREL uygulamaları* (Vol. 2). Ankara: Pegem akademi.
- Dindar, M., Korkmaz, Ö., & Özdemir, E. (2014). The effect of static and animated graphics on cognitive load in test items. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 14(3), 1077–1084. <https://doi.org/10.12738/estp.2014.3.2028>
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. (2012). *How to design and evaluate education research*. McGraw-Hill.
- Guilford, J. P. (1954). *Psychometric methods*. McGraw-Hill.
- Guo, J., Dai, Y., Wang, C., Wu, H., Xu, T., & Lin, K. (2020). A physiological data-driven model for learners' cognitive load detection using HRV-PRV feature fusion and optimized XGBoost classification. *Software: Practice and Experience*, 50(11), 2046–2064. <https://doi.org/10.1002/spe.2730>
- Gupta, U., & Zheng, R. Z. (2020). Cognitive load in solving mathematics problems: Validating the role of motivation and the interaction among prior knowledge, worked examples, and task difficulty. *European Journal of STEM Education*, 5(1), 05. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/9252>
- Güngör, D. (2016). Psikolojide ölçme araçlarının geliştirilmesi ve uyarlanması kılavuzu. *Türk Psikoloji Yazıları*, 19(38), 104–112.
- Hair, J. F., Black, W. C., Tatham, R. L., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis*. Prentice Hall.
- Han, P., Yang, L., & Xu, L. (2020, Ağustos 28). Analysis and optimization of cognitive load in the design of online teaching on the internet. In *2020 4th International Seminar on Education, Management and Social Sciences* (pp. 734–737). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200826.148>
- Kılıç, E. ve Karadeniz, Ş. (2004). Hiper ortamlarda öğrencilerin bilişsel yüklenme ve kaybolma düzeylerinin belirlenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi*, 10(4), 562–579.
- Küçük, S., Kapakin, S., & Göktaş, Y. (2016). Learning anatomy through mobile augmented reality: Effects on achievement and cognitive load. *Educational Technology & Society*, 19(3), 134–142. <https://doi.org/10.1002/ase.1603>
- Leppink, J., & Duvivier, R. (2016). Twelve tips for medical curriculum design from a cognitive load theory perspective. *Medical Teacher*, 38(7), 669–674. <https://doi.org/10.3109/0142159x.2015.1132829>
- Leppink, J., Paas, F., Van der Vleuten, C. P., Van Gog, T., & Van Merriënboer, J. J. (2013). Development of an instrument for measuring different types of cognitive load. *Behavior Research Methods*, 45(4), 1058–1072. <https://doi.org/10.3758/s13428-013-0334-1>
- Liao, C.-W., Chen, C.-H., & Shih, S.-J. (2019). The interactivity of video and collaboration for learning achievement, intrinsic motivation, cognitive load, and behavior patterns in a digital game-based learning environment. *Computers & Education*, 133, 43–55. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.01.013>
- MacCallum, R. C., Widaman, K. F., Zhang, S., & Hong, S. (1999). Sample size in factor analysis. *Psychological Methods*, 4(1), 84–99. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.4.1.84>
- Montrieux, H., & Schellens, T. (2018, Mart 5–7). The impact of tablet devices on high school students' cognitive load and learning. In *12th International Technology, Education and Development Conference* (pp. 1591–1596). Valencia, Spain. <https://doi.org/10.21125/inted.2018.0277>
- Özer, O., & Kılıç, F. (2018). The effect of mobile-assisted language learning environment on EFL students' academic achievement, cognitive load, and acceptance of mobile learning tools. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(7), 2915–2928. <https://doi.org/10.29333/ejmste/90992>
- Paas, F. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, 84(4), 429–434. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.84.4.429>

- Paas, F. G., & Van Merriënboer, J. J. (1994). Variability of worked examples and transfer of geometrical problem-solving skills: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, 86(1), 122–133. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.86.1.122>
- Skulmowski, A. (2023). Learners emphasize their intrinsic load if asked about it first: Communicative aspects of cognitive load measurement. *Mind, Brain, and Education*, 17(3), 165–169. <https://doi.org/10.1111/mbe.12369>
- Skulmowski, A., & Rey, G. D. (2017). Measuring cognitive load in embodied learning settings. *Frontiers in Psychology*, 8, 1191. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01191>
- Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22(2), 123–138. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9128-5>
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics* Allyn and Bacon.
- Thees, M., Kapp, S., Strzys, M. P., Beil, F., Lukowicz, P., & Kuhn, J. (2020). Effects of augmented reality on learning and cognitive load in university physics laboratory courses. *Computers in Human Behavior*, 108, 106316. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106316>
- Velicer, W. F., & Fava, J. L. (1998). Affects of variable and subject sampling on factor pattern recovery. *Psychological Methods*, 3(2), 231–251. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.3.2.231>
- Wang, C. C., Cheng, P. K. H., & Wang, T. H. (2022). Measurement of extraneous and germane cognitive load in the mathematics addition task: An event-related potential study. *Brain Sciences*, 12(8), 1036. <https://doi.org/10.3390/brainsci12081036>
- Young, J. Q., Ten Cate, O., O'Sullivan, P. S., & Irby, D. M. (2016). Unpacking the complexity of patient handoffs through the lens of cognitive load theory. *Teaching and Learning in Medicine*, 28(1), 88–96. <https://doi.org/10.1080/10401334.2015.1107491>
- Young, J. Q., van Merriënboer, J., Durning, S., & Ten Cate, O. (2014). Cognitive load theory: Implications for medical education: AMEE guide no. 86. *Medical Teacher*, 36(5), 371–384. <https://doi.org/10.3109/0142159x.2014.889290>
- Yoo, G., Kim, H., & Hong, S. (2023). Prediction of cognitive load from electroencephalography signals using long short-term memory network. *Bioengineering*, 10(3), 361. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10030361>



ENGLISH VERSION

1. Introduction

Cognitive Load Theory (CLT) is a key concept in educational psychology and instructional design, emphasizing the importance of managing students' cognitive resources to optimize learning and teaching effectiveness (Chandler & Sweller, 1991). The theory differentiates between intrinsic, extraneous, and germane cognitive load, each playing a crucial role in the learning process (Sweller, 2010). Intrinsic cognitive load relates to the inherent complexity of the information being processed, while extraneous cognitive load stems from the design of instructional materials. Germane cognitive load, on the other hand, focuses on knowledge acquisition and helps guide educators in designing effective instructional strategies for students (Wang et al., 2022). Allocating working memory effectively to balance these different types of cognitive load is essential for fostering optimal learning (Yoo et al., 2023).

The literature emphasizes that CLT has a significant impact on learning and teaching, particularly in embodied learning environments, that is, in situations where learning processes are supported by physical objects or visual materials (Skulmowski & Rey, 2017). Additionally, CLT is increasingly recognized in educational sciences for its influence on instructional design and methods (Young et al., 2014). Since measuring cognitive load is considered a critical component of educational research and practice, the importance of CLT becomes particularly evident across different instructional contexts, including online learning, classroom teaching, and blended learning (Skulmowski, 2023). Monitoring cognitive load, especially in the design of online courses, virtual learning environments intelligent tutoring systems, plays a crucial role in enhancing learning outcomes (Caldiroli et al., 2023; Guo et al., 2020; Han et al., 2020).

CLT is gaining increasing attention due to its significance in educational settings and its impact on complex learning tasks (Gupta & Zheng, 2020; Young et al., 2016). Research on the effects of mobile devices on students' cognitive load and learning processes highlights CLT's valuable insights into the use of technology in education (Montrieux & Schellens, 2018). Additionally, CLT has been applied in

various domains to optimize task suitability, manage complexity, and enhance instructional support (Leppink & Duvivier, 2016).

CLT plays a crucial role in educational psychology and instructional design. This theory provides a framework for understanding how cognitive resources are allocated during learning and has broad implications across various educational settings.

The Cognitive Load Scale, developed by Paas and van Merriënboer (1993) and adapted into Turkish by Kılıç and Karadeniz (2004), is a symmetrical Likert-type scale ranging from 1 to 9. This scale assesses the effort a student exerts in the individual learning process, with cognitive load increasing from 1 to 9. Scores between 1 and 4 indicate low cognitive load, while scores between 5 and 9 indicate high cognitive load (Paas & van Merriënboer, 1993). The scale has been widely used in various studies to measure students' cognitive load in different learning contexts. For instance, Küçük et al. (2016) used this scale to assess the cognitive load of students studying anatomy individually via mobile augmented reality. Özer and Kılıç (2018) applied the same scale to measure cognitive load in a mobile-supported language learning environment. Additionally, Dindar et al. (2014) utilized the adapted scale to examine cognitive load in test items, comparing static graphics with animated graphics. Similarly, Çakıroğlu et al. (2018) investigated perceived cognitive load in learning programming through Scratch, using the adapted Cognitive Load Scale.

These studies demonstrate the versatility and applicability of the Cognitive Load Scale in measuring students' cognitive load in different educational environments. However, a key limitation of this scale is that it considers cognitive load as a one-dimensional construct. In other words, it does not distinguish between the three subcomponents of cognitive load: intrinsic, extraneous, and germane load. This limitation makes it difficult to analyze how different types of load emerge in different learning environments and how they interact. For example, the existing scale does not allow for an evaluation of how an instructional design aimed at reducing extraneous load might positively or negatively impact germane load.

Additionally, because the scale cannot provide a detailed analysis in complex educational environments that involve multiple types of load simultaneously, it creates a gap in the instructional design process by limiting access to more nuanced information.

In the academic literature in Türkiye, the current limitations of the existing cognitive load scales are frequently highlighted, emphasizing the need for more comprehensive tools that can separately measure intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. In this context, it is anticipated that the development of a scale compatible with Türkiye's educational environments and student profiles will make significant contributions to the more detailed analysis of learning processes and the design of more effective instructional methods. This need is further supported by international studies conducted within the framework of education and Cognitive Load Theory.

The "Different Types of Cognitive Load Scale" developed by Leppink et al. (2013), is widely used in the international literature to analyze complex learning tasks and optimize the design of learning materials (Albus et al., 2021; Liao et al., 2019; Thees et al., 2020). Its effectiveness in distinguishing the subcomponents of cognitive load across different learning environments makes it a valuable tool, setting it apart from traditional cognitive load scales.

The aim of this study is to adapt the "Different Types of Cognitive Load Scale", developed by Leppink et al. (2013), into Turkish and to conduct validity and reliability analyses of the adapted scale. Adapting international studies to various learning environments in Türkiye highlights the contribution of this study to both national and global literature. It is expected that the Turkish adaptation of this scale will serve as a valuable tool for measuring different

types of cognitive load, making significant contributions to the academic literature.

2. Method

2.1. Design

This research is a scale adaptation study based on the quantitative research method. Scale adaptation studies aim to modify a measurement tool for use in a different language and cultural context while assessing its validity and reliability (Büyüköztürk, 2021). In this study, the "Different Types of Cognitive Load Scale" was adapted into Turkish, and the aim was to evaluate its psychometric properties.

The adaptation process followed a structured framework, ensuring linguistic accuracy and cultural equivalence in meaning. The study was designed to determine whether the Turkish version of the scale was a valid and reliable measurement tool. The research design follows a systematic approach commonly used in scale adaptation studies in the literature.

2.2. Participants

The convenience sampling method was used to select participants. This method is defined as a type of sampling in which participants who are readily accessible and suitable for the study are included (Fraenkel et al., 2012). After completing the translation process of the scale, validity and reliability analyses of the Cognitive Load Scale were conducted with students enrolled in distance education and associate degree programs at a state university. Data from a total of 221 students were analyzed in the study. During the data collection process, no personally identifiable information was requested, and ethical guidelines were strictly followed. Demographic characteristics of the participants are presented in Table 1.

Table 1.

Demographic data of participants

	Variable	<i>f</i>	%
Gender	Female	130	58.8
	Male	91	41.2
Age	18 and below	7	3.2
	19-23	174	78.7
	24-28	26	11.8
	29-33	2	0.9
	34 and above	12	5.4
Device	Computer	33	14.9
	Phone	185	83.7
	Tablet	3	1.4

Table 1 shows that 130 participants in the study were female (58.8%) and 91 were male (41.2%). Regarding age distribution, the majority of the participants were in the 19-23 age range (78.7%, $f = 174$), followed by 24-28 (11.8%,

$n=26$), 34 and above (5.4%, $f = 12$), 18 and below (3.2%, $f = 7$) and 29-33 (0.9%, $f = 2$). Examining the devices used to access distance education platforms, it was found that most

participants preferred phones (83.7%, $f = 185$), followed by computers (14.9%, $f = 33$) and tablets (1.4%, $f = 3$).

2.3. Procedure

The adaptation process of the scale began by obtaining the necessary permissions from the original researchers via e-mail for its adaptation into Turkish. Initially, the scale was translated into Turkish by the researchers. Then, both the original and the translated versions were reviewed by four faculty members who were experts in language and content to ensure accuracy. Following this, the original English version and the Turkish translated version were administered to 18 preservice English teachers at the Faculty of Education, Harran University, who were fluent in both English and Turkish to assess language equivalence. The Pearson product-moment correlation analysis was used to examine and evaluate the data obtained from the forms in both languages. The results indicated a high positive correlation ($r = .87$, $p < .01$), confirming the language equivalence of the Turkish adaptation. Subsequently, the Turkish version of the scale was applied to 221 students for further validation.

2.3.1. Ethical disclosure

In this study, all rules specified within the "Higher Education Institutions Scientific Research and Publication Ethics Directive" have been adhered to. None of the actions listed under the second section of the directive, titled "Acts Contrary to Scientific Research and Publication Ethics," were committed. This study was conducted with the approval of the Ethics Committee for Social and Human Sciences Research at Firat University, dated 23.12.2021 and numbered 01-26.

2.4. Data Collection Tools

2.4.1. Different Types of Cognitive Load Scale

The "Different Types of Cognitive Load Scale" developed by Leppink et al. (2013) and adapted to Turkish for this study was used as the data collection tool. This scale was designed to assess three sub-dimensions of cognitive load in the learning process: intrinsic cognitive load, extraneous cognitive load, and germane load. Intrinsic cognitive load measures the mental effort resulting from the complexity of the learning material; extraneous cognitive load measures the load resulting from the effects of the instructional design; and germane cognitive load measures the meaningful mental effort in the learning process. The scale consists of a total of 10 items, and each item is scored by the participants between 1 (very low) and 10 (very high). Higher scores represent higher levels of cognitive load. Separating these three sub-dimensions of the scale allows for the separate examination of cognitive load types in different learning contexts.

2.5. Data Analysis

The data were subjected to confirmatory factor analysis (CFA) using IBM SPSS AMOS software version 21.0 to test

the construct validity, and Cronbach Alpha internal consistency coefficients were calculated for reliability analysis. In the scale adaptation process, CFA is considered a sufficient statistical method alone when used to test the adapted scale and when no new items are added to the scale or no items are removed from the scale (Büyüköztürk et al., 2017; Güngör, 2016; Hair et al., 2010; Tabachnick & Fidell, 2013). In this context, exploratory factor analysis (EFA) was not needed. The original form of the scale adapted to Turkish was developed by Leppink et al. (2013). Within the scope of the validity and reliability studies of the original scale, the scale was first subjected to EFA, and a three-factor structure (intrinsic, extraneous, and germane cognitive load) was revealed. Cronbach Alpha internal consistency coefficients were calculated as 0.81 for intrinsic load (IL), 0.75 for extraneous load (EL), and .82 for germane load (GL). In addition, the goodness of fit values obtained in the confirmatory factor analysis (CFA) were found at acceptable levels as CFI = .99, TLI = .99, and RMSEA = .03. These findings show that the construct validity of the scale is high and provides a reliable measurement tool.

Therefore, it was not necessary to perform EFA again during the adaptation of the scale to another language, and applying only CFA was considered a sufficient and appropriate method (Büyüköztürk et al., 2017; Güngör, 2016; Hair et al., 2010; Tabachnick and Fidell, 2013). This approach ensured that the validity and reliability analyses were conducted effectively while preserving the structural integrity of the scale during the adaptation process.

Before conducting data analysis, the assumptions required for the application of CFA were tested using IBM SPSS software version 21 and it was determined that the data were suitable for CFA. The first prerequisite for CFA is having a sufficient sample size. According to the literature, Guilford (1954) stated that the sample size should be over 200, while Hair et al. (2010) suggested that at least five participants per question were sufficient. MacCallum et al., (1999) recommended at least ten participants per question. Since the scale used in the study included a total of ten questions, the data obtained from 221 participants met the required sample size criterion. Extreme values were examined using descriptive statistics and box plot methods in IBM SPSS. Univariate and multivariate normality assumptions were assessed using skewness and kurtosis tests in IBM SPSS AMOS, confirming that the data followed a normal distribution. The findings from the analysis are presented in the next section.

3. Results

The findings obtained from the data analysis, along with the validity and reliability results aligned with the study's objectives, are presented below.

3.1. Validity

The validity test of the adapted scale was conducted using confirmatory factor analysis (CFA) in IBM SPSS AMOS software version 21. To evaluate the model fit of the Turkish scale, several fit indices were utilized, including chi-square (χ^2), root mean square error of approximation (RMSEA), standardized root mean square error of residual (SRMR), goodness of fit index (GFI), comparative fit index (CFI) and Tucker-Lewis index (TLI). The findings are presented in Table 2.

Table 2.

Fit indices of the Cognitive Load Scale CFA

Fit Indices	Excellent Value	Acceptable Value	Adapted Scale
χ^2/df	≤ 3	≤ 5	2.62
RMSEA	$\leq .05$	$\leq .08$	.08
SRMR	$\leq .05$	$\leq .08$	.028
TLI	$\geq .95$	$\geq .90$	.97
CFI	$\geq .95$	$\geq .90$	.98
GFI	$\geq .95$	$\geq .90$	.93
NFI	$\geq .95$	$\geq .90$	.97

According to the confirmatory factor analysis results, the fit indices of the three-factor structure of the Cognitive Load Scale adapted to Turkish are at acceptable or excellent levels (Table 2). The item-factor structure of the scale is presented in Figure 1. Therefore, the model and factors from the CFA results of the adapted scale are the same as the original scale and are confirmed, and it is concluded that the adapted scale is valid (Çokluk et al. 2012; Sümer, 2000; Tabachnick & Fidell, 2001).

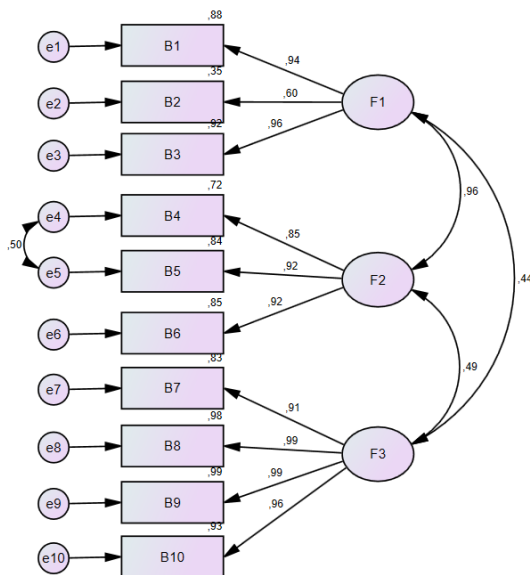


Figure 1. CFA path diagram of the Cognitive Load Scale

When the item-structure parameters in Figure 1 are examined, the standardized factor loadings for the three different sub-dimensions of the model are found to range between .60 and .99. Factor loadings were found to be statistically significant according to the t-value test

(Tabachnick & Fidell, 2001). The item-total correlation values ranged between .35 and .99. The value of .30 suggested by Büyüköztürk (2002) is accepted as a sufficient criterion for item total correlation. Considering this criterion, it was concluded that the scale items showed a strong agreement with each other, indicating high internal consistency. Therefore, the scale was finalized without removing any items.

3.2. Reliability

For the reliability test of the Cognitive Load Scale adapted into Turkish, Cronbach's Alpha internal consistency coefficient of the whole scale and each factor was calculated and the findings are presented in Table 3.

Table 3.

Reliability coefficients of the Cognitive Load Scale and its sub-factors

Factor	Cronbach's Alpha Coefficient
Cognitive Load (Overall Scale)	.93
Intrinsic Cognitive Load	.86
Extraneous Cognitive Load	.93
Germane Cognitive Load	.98

When Table 3 is analyzed, the Cronbach's Alpha coefficient of the overall scale is .93, while the sub-dimensions are calculated as .86, .93, and .98 respectively, and the values prove a high level of reliability. Cronbach's Alpha coefficient value above .70 indicates an excellent level of reliability (Hair et al., 2010). As a result, the Cognitive Load Scale adapted into Turkish can be considered a valid and reliable scale in terms of both general and separate sub-dimensions.

4. Discussion

In this study, to carry out the validity and reliability tests of the Turkish adaptation of the Cognitive Load Scale, data were collected from a total of 221 students receiving distance education and studying in associate degree programs at a state university. Validity and reliability analyses were conducted with the obtained data. The scale consists of a total of 10 items and three factors: intrinsic cognitive load (3 items), extraneous cognitive load (3 items), and germane cognitive load (4 items). Each item was scored between 1 and 10. During the adaptation process to Turkish, it was translated from English to Turkish by experts who are fluent in both English and Turkish, and to evaluate the language validity, both the original and the Turkish-adapted versions were applied to a group fluent in both languages at an interval of two weeks. As a result of the Pearson product-moment correlation analysis, a high-level positive relationship was determined between the two forms ($r = .876, p < .01$). In line with the validity and reliability analyses, confirmatory factor analysis (CFA) was conducted to evaluate the construct validity of the scale. According to the CFA results, the factor loadings of the

items varied between .60 and .99 and were found to be at an acceptable level (Costello & Osborne, 2005). The fit indices obtained by confirmatory factor analysis were calculated as $\chi^2/df = 2.62$, $p < .01$, RMSEA = .08, SRMR = .02, TLI = .97, CFI = .98, GFI = .93 and NFI = .97 and it was determined that these values showed a good level of fit (Byrne, 2013; Hu & Bentler, 1999; Mulaik et al., 1989; Sands et al., 1999; Tay & Drasgow, 2012). These results show the existence of a structure compatible with the learning design principles predicted by Sweller's (2010) Cognitive Load Theory. Considering that Leppink et al. (2013) used this theory as a basis for the scale development process, the factor structure of the scale is consistent with the theoretical framework. In addition, in the reliability analysis of the scale, the Cronbach Alpha reliability coefficients of all scales and sub-factors were high. When the Turkish literature is examined, there is no current scale that measures different types of cognitive loads that can be used in cognitive load measurement (Kılıç & Karadeniz, 2004; Paas & van Merriënboer, 1993). However, considering that the existing scales are generally one-dimensional or inadequate in distinguishing cognitive load types, this scale adapted to Turkish offers a unique contribution with its comprehensive and discriminatory structure. However, various scales have been developed in this field in the international literature. For example, Paas's (1992) Nine-Point Mental Effort Scale evaluates cognitive load from a general perspective but does not provide the opportunity to distinguish between intrinsic, extraneous, and germane cognitive load types. Similarly, although Ayres' (2006) scale aimed to measure intrinsic cognitive load, the cross-loadings observed between the items in the analyses regarding the types of loads prevented a clear distinction between intrinsic load and other types of cognitive load. The scale developed by Cierniak et al. (2009) focused specifically on measuring extraneous cognitive load. Although this scale is considered an effective tool in analyzing the effect of extraneous load on learning processes, it offers a limited framework because it does not include dimensions that contribute positively to learning, such as germane load. In this context, the "Different Types of Cognitive Load Scale" developed by Leppink et al. (2013) provides a comprehensive measurement by distinguishing between intrinsic, extraneous, and germane load types and eliminates the limitations of previous scales. In this context, the "Different Types of Cognitive Load Scale", whose validity and reliability studies were carried out by Leppink et al. (2013) and adapted to Turkish, will make a significant contribution to the Turkish literature. It is anticipated that this scale will guide in terms of measuring different types of cognitive loads and placing the data obtained in the studies to be conducted in a general framework. Especially in the context of distance education, it allows instructional designers to analyze students' cognitive loads and make material arrangements (Skulmowski, 2023; Wang, 2022). For example, simple and clear interfaces can be designed to reduce extraneous cognitive load or problem-solving-

focused content can be created to increase germane cognitive load. Within the scope of blended learning strategies, the scale can be used to evaluate the compatibility of face-to-face and online learning materials (Caldirola et al., 2023; Guo et al., 2020; Han et al., 2020). In addition, there are distance education programs in many universities in Türkiye. Determining students' cognitive load in distance education environments is crucial. For instance, in video-based learning materials, it is possible to observe which content captures students' attention or which sections they struggle with. In simulation-based training, unnecessary elements can be removed from interface designs and supplemented with essential information to minimize extraneous cognitive load (Albus, 2021). In such contexts, the scale can guide design improvements by measuring student experiences. This scale will help both distance educators and instructional designers measure students' cognitive load. In addition, it can be used to present content gradually to optimize intrinsic cognitive load in the context of face-to-face education. In blended learning environments, the scale can be used to evaluate the compatibility of online and face-to-face materials in terms of cognitive load. In vocational training programs, the scale can support the enhancement of germane cognitive load and reduce extraneous load, especially in practical activities.

Author Notes : "This doctoral dissertation study, titled "The Effect of Instructor Visibility in Educational Videos on Cognitive Load, Social Presence, and Learning Performance: An Eye-Tracking Study," was conducted by Ph.D. student Mustafa Alpsülün under the supervision of Prof. Dr. Yalın Kılıç Türel."

Author Contributions : Introduction: First author, Second author. Method: First author, Second author, Results: Second author, Discussion: First author, Second author.

Funding : Not applicable.

Conflict of Interest : Not applicable.

Data Availability : The data is accessible and stored on Google Drive.

Appendix : The adapted scale was attached.

References

- Albus, P., Vogt, A., & Seufert, T. (2021). Signaling in virtual reality influences learning outcome and cognitive load. *Computers & Education*, 166, 104154. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104154>
- Ayres, P. (2006). Impact of reducing intrinsic cognitive load on learning in a mathematical domain. *Applied Cognitive Psychology*, 20(3), 287–298. <https://doi.org/10.1002/acp.1245>
- Büyüköztürk, Ş. (2017). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum*. Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş. (2021). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni SPSS uygulamaları ve yorum*. Pegem Akademi.
- Caldirol, C. L., Gasparini, F., Corchs, S., Mangiatordi, A., Garbo, R., Antonietti, A., & Mantovani, F. (2023). Comparing online cognitive load on mobile versus PC-based devices. *Personal and Ubiquitous Computing*, 27(2), 495–505. <https://doi.org/10.1007/s00779-022-01707-8>
- Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, 8(4), 293–332. https://doi.org/10.1207/s1532690xci0804_2
- Cierniak, G., Scheiter, K., & Gerjets, P. (2009). Explaining the split-attention effect: Is the reduction of extraneous cognitive load accompanied by an increase in germane cognitive load? *Computers in Human Behavior*, 25(2), 315–324. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2008.12.020>
- Costello, A. B., & Osborne, J. W. (2005). Best practices in exploratory factor analysis: Four recommendations for getting the most from your analysis. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 10(7), 173–178.
- Çakıroğlu, Ü., Suiçmez, S. S., Kurtoglu, Y. B., Sarı, A., Yıldız, S., & Öztürk, M. (2018). Exploring perceived cognitive load in learning programming via Scratch. *Research in Learning Technology*, 26. <https://doi.org/10.25304/rlt.v26.2034>
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., & Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve LISREL uygulamaları* (Vol. 2). Ankara: Pegem akademi.
- Dindar, M., Korkmaz, Ö., & Özdemir, E. (2014). The effect of static and animated graphics on cognitive load in test items. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 14(3), 1077–1084. <https://doi.org/10.12738/estp.2014.3.2028>
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. (2012). *How to design and evaluate education research*. McGraw-Hill.
- Guilford, J. P. (1954). *Psychometric methods*. McGraw-Hill.
- Guo, J., Dai, Y., Wang, C., Wu, H., Xu, T., & Lin, K. (2020). A physiological data-driven model for learners' cognitive load detection using HRV-PRV feature fusion and optimized XGBoost classification. *Software: Practice and Experience*, 50(11), 2046–2064. <https://doi.org/10.1002/spe.2730>
- Gupta, U., & Zheng, R. Z. (2020). Cognitive load in solving mathematics problems: Validating the role of motivation and the interaction among prior knowledge, worked examples, and task difficulty. *European Journal of STEM Education*, 5(1), 05. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/9252>
- Güngör, D. (2016). Psikolojide ölçme araçlarının geliştirilmesi ve uyarlanması kılavuzu. *Türk Psikoloji Yazıları*, 19(38), 104–112.
- Hair, J. F., Black, W. C., Tatham, R. L., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis* Prentice Hall.
- Han, P., Yang, L., & Xu, L. (2020, Ağustos 28). Analysis and optimization of cognitive load in the design of online teaching on the internet. In *2020 4th International Seminar on Education, Management and Social Sciences* (pp. 734–737). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200826.148>
- Kılıç, E., & Karadeniz, Ş. (2004). Hiper ortamlarda öğrencilerin bilişsel yüklenme ve kaybolma düzeylerinin belirlenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi*, 10(4), 562–579.
- Küçük, S., Kapakin, S., & Göktaş, Y. (2016). Learning anatomy through mobile augmented reality: Effects on achievement and cognitive load. *Educational Technology & Society*, 19(3), 134–142. <https://doi.org/10.1002/ase.1603>
- Leppink, J., & Duvivier, R. (2016). Twelve tips for medical curriculum design from a cognitive load theory perspective. *Medical Teacher*, 38(7), 669–674. <https://doi.org/10.3109/0142159x.2015.1132829>
- Leppink, J., Paas, F., Van der Vleuten, C. P., Van Gog, T., & Van Merriënboer, J. J. (2013). Development of an instrument for measuring different types of cognitive load. *Behavior Research Methods*, 45(4), 1058–1072. <https://doi.org/10.3758/s13428-013-0334-1>
- Liao, C.-W., Chen, C.-H., & Shih, S.-J. (2019). The interactivity of video and collaboration for learning achievement, intrinsic motivation, cognitive load, and behavior patterns in a digital game-based learning environment. *Computers & Education*, 133, 43–55. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.01.013>
- MacCallum, R. C., Widaman, K. F., Zhang, S., & Hong, S. (1999). Sample size in factor analysis. *Psychological Methods*, 4(1), 84–99. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.4.1.84>
- Montrieux, H., & Schellens, T. (2018, Mart 5–7). The impact of tablet devices on high school students' cognitive load and learning. In *12th International Technology, Education and Development Conference* (pp. 1591–1596). Valencia, Spain. <https://doi.org/10.21125/inted.2018.0277>
- Özer, O., & Kılıç, F. (2018). The effect of mobile-assisted language learning environment on EFL students' academic achievement, cognitive load, and acceptance of mobile learning tools. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(7), 2915–2928. <https://doi.org/10.29333/ejmste/90992>
- Paas, F. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, 84(4), 429–434. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.84.4.429>

- Paas, F. G., & Van Merriënboer, J. J. (1994). Variability of worked examples and transfer of geometrical problem-solving skills: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, 86(1), 122–133. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.86.1.122>
- Skulmowski, A. (2023). Learners emphasize their intrinsic load if asked about it first: Communicative aspects of cognitive load measurement. *Mind, Brain, and Education*, 17(3), 165–169. <https://doi.org/10.1111/mbe.12369>
- Skulmowski, A., & Rey, G. D. (2017). Measuring cognitive load in embodied learning settings. *Frontiers in Psychology*, 8, 1191. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01191>
- Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22(2), 123–138. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9128-5>
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics* Allyn and Bacon.
- Thees, M., Kapp, S., Strzys, M. P., Beil, F., Lukowicz, P., & Kuhn, J. (2020). Effects of augmented reality on learning and cognitive load in university physics laboratory courses. *Computers in Human Behavior*, 108, 106316. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106316>
- Velicer, W. F., & Fava, J. L. (1998). Affects of variable and subject sampling on factor pattern recovery. *Psychological Methods*, 3(2), 231. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.3.2.231>
- Wang, C. C., Cheng, P. K. H., & Wang, T. H. (2022). Measurement of extraneous and germane cognitive load in the mathematics addition task: An event-related potential study. *Brain Sciences*, 12(8), 1036. <https://doi.org/10.3390/brainsci12081036>
- Young, J. Q., Ten Cate, O., O'Sullivan, P. S., & Irby, D. M. (2016). Unpacking the complexity of patient handoffs through the lens of cognitive load theory. *Teaching and Learning in Medicine*, 28(1), 88–96. <https://doi.org/10.1080/10401334.2015.1107491>
- Young, J. Q., Van Merriënboer, J., Durning, S., & Ten Cate, O. (2014). Cognitive load theory: Implications for medical education: AMEE guide no. 86. *Medical Teacher*, 36(5), 371–384. <https://doi.org/10.3109/0142159x.2014.889290>
- Yoo, G., Kim, H., & Hong, S. (2023). Prediction of cognitive load from electroencephalography signals using long short-term memory network. *Bioengineering*, 10(3), 361. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10030361>

EK

Farklı Bilişsel Yük Türleri Ölçeği

Aşağıdaki soruların tümü, henüz bitmiş olan aktiviteye (ders, sınıf, tartışma oturumu, beceri eğitimi veya çalışma oturumu) ilişkindir. Lütfen soruların her birini aşağıdaki ölçekte yanıtlayınız (0 hiç değil ve 10 tamamen doğru).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 Etkinlikte işlenen konu/konular çok karmaşıktı	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2 Etkinlik, çok karmaşık olarak algıladığım formülleri kapsıyordu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3 Etkinlik, çok karmaşık olarak algıladığım kavram ve tanımları kapsıyordu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
4 Etkinlik sırasında verilen talimatlar ve/veya açıklamalar çok net değildi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5 Talimatlar ve/veya açıklamalar öğrenme açısından çok etkisizdi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
6 Talimatlar ve/veya açıklamalar belirsiz bir dille doluydu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
7 Etkinlik, işlenen konu(lar) hakkındaki anlayışımı gerçekten geliştirdi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
8 Etkinlik, istatistik bilgimi ve anlayışımı gerçekten geliştirdi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
9 Etkinlik, kapsanan formülleri anlamamı gerçekten geliştirdi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
10 Etkinlik, kavramları ve tanımları anlamamı gerçekten geliştirdi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐