

Bilişsel Yük Çalışmalarının Evrimi: Ağ Çözümleme Yöntemleriyle Kavramsal Bir Haritalama

Hüseyin Özçınar^{1,2}, Zehra Nur Bayındır³

ÖZET

Bu çalışmanın amacı bilişsel yük kavramına ilişkin alanyazının mevcut durumunun ve tarihsel gelişiminin ortaya konulmasıdır. Bu amacı gerçekleştirmek için Web of Science veri tabanından 2005-2024 yılları arasında yayımlanmış 8.262 bilimsel yayın Ortak Sözcük Çözümlemesi (Co-Word Analysis) ve Ana Yol Çözümlemesi (Main Path Analysis) yöntemleri kullanılarak incelenmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgular, bilişsel yük araştırmalarının 2005-2009 döneminde daha çok temel kavramlara odaklanırken 2010-2014 döneminde etkileşimli öğrenme ortamları ve çoklu ortam alanındaki anahtar kavramlar olduğunu göstermiştir. Bilişsel yük alanına ilişkin çalışmalar 2015-2019 döneminde EEG ve e-öğrenme kavramlarında, 2020-2024 döneminde ise sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik alanlarında yoğunlaşmıştır. Alandaki çalışmalar Ana Yol Çözümlemesi ile daha geniş bir tarihsel süreçte incelendiğinde, bilişsel yük alanının zamanla teknolojik çeşitlenmeye odaklanarak daha karmaşık bir yapıya dönüştüğünü göstermiştir. Araştırma, bilişsel yük kavramına ilişkin çalışmaların evrimini ve gelecekteki yönelimlerini anlamak için yol haritası sunmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Bilişsel Yük, Bilişsel Yük Kuramı, Ortak Sözcük Çözümlemesi, Ana Yol Çözümlemesi.

The Evolution of Cognitive Load Studies: A Conceptual Mapping with Network Analysis Methods

ABSTRACT

The aim of this study is to reveal the current status and historical development of the literature on the concept of cognitive load. To achieve this aim, 8,262 scientific publications published between 2005 and 2024 from the Web of Science database were analyzed using Co-Word Analysis and Main Path Analysis methods. The findings of the research showed that while cognitive load research focused more on basic concepts in the 2005-2009 period, key concepts in the field of interactive learning environments and multimedia were the key concepts in the 2010-2014 period. Studies in the field of cognitive load focused on EEG and e-learning concepts in the 2015-2019

¹ İletişim Yazarı: hozcinar@pau.edu.tr

² Doç. Dr., Pamukkale Üniversitesi, ORCID: 0000-0001-8715-2653.

³ Arş. Gör., Pamukkale Üniversitesi, ORCID: 0000-0002-3792-2805.

(Makale Gönderim Tarihi: 10.01.2025 / Yayın Tarihi: 26.03.2025)

Doi Number: [10.18026/cbayarsos.1617423](https://doi.org/10.18026/cbayarsos.1617423)

Makale Türü: Araştırma Makalesi

period, and on virtual reality and augmented reality in the 2020-2024 period. When the studies in the field were analyzed in a broader historical process with Main Path Analysis, it was shown that the cognitive load field has transformed into a more complex structure by focusing on technological diversification over time. The research provides a roadmap for understanding the evolution and future directions of cognitive load studies.

Keywords: Cognitive Load, Cognitive Load Theory, Co-Word Analysis, Main Path Analysis.

1. GİRİŞ

Bilişsel yük, insan zihninin öğrenme ve problem çözme süreçlerinde karşılaştığı bilişsel istekleri ifade eden önemli bir kavramdır. Bu kavram, özellikle bireyin bilgi işleme kapasitesinin sınırlı olduğu gerçeğiyle doğrudan ilişkilidir (Çepelioğullar, 2020). İlk olarak Sweller (1988) tarafından geliştirilen Bilişsel Yük Kuramı (Cognitive Load Theory - CLT), insan zihninin öğrenme sırasında bilgi işleme kapasitesini verimli şekilde kullanmayı amaçlayan bir öğretim tasarımı çerçevesi sunmuştur. Sweller (1998), bilişsel yükü üç ana ulama ayırmıştır: içsel yük (intrinsic load), öğrenilecek bilginin karmaşıklığıyla ilişkiliyken; dışsal yük (extraneous load), öğrenme ortamının gereksiz unsurlarından kaynaklanır; bilişsel yükün üçüncü ve öğrenme açısından yapıcı boyutu olarak yararlı yük (germane load) ise öğrenmenin anlamlı duruma gelmesine katkıda bulunan bilişsel çabayı ifade eder. Bu ulamlar, öğrenme süreçlerinin etkin bir biçimde düzenlenmesi ve bireyin bilişsel kapasitesinin eniyilenmesi açısından kritik öneme sahiptir.

Sweller'ın (1988) Bilişsel Yük Kuramı'na ek olarak, farklı araştırmacılar da bu kavramı çeşitli açılardan tanımlamış ve zenginleştirmiştir. Örneğin, Chandler ve Sweller (1991), bilişsel yükü, insan zihninin sınırlı işleme kapasitesine karşılık gelen bir kavram olarak tanımlamış ve öğrenme materyallerinin tasarımının bu kapasiteyi nasıl etkileyebileceğine odaklanmışlardır. Bu temel tanımlamanın ötesinde, araştırmacılar kavramı farklı öğrenme bağlamlarında incelemeye başlamışlardır. Mayer, Heiser ve Lonn (2001), bilişsel yükü çoklu ortam öğrenmeleri bağlamında ele almış ve öğrenme materyallerinin görsel ve işitsel bileşenleri arasında uygun bir denge sağlanmasının önemine işaret etmiştir. Paas ve Van Merriënboer (1994) ise bilişsel yükün ölçülmesi üzerine yoğunlaşmış ve bu yükün öğretim tasarım süreçlerinde nasıl değerlendirilebileceğini ortaya koymuştur. Bu farklı tanımlar ve yaklaşımlar, bilişsel yük kavramının dinamik bir yapıya sahip olduğunu ve öğrenme süreçlerinin çeşitli boyutlarında ele alınabileceğini göstermektedir.

Bilişsel yük kavramı, başlangıçta eğitim ve öğretim bağlamında ele alınmış olsa da zamanla çok çeşitli alanlarda uygulama bulmuştur. Örneklendirmek gerekirse, cerrahi eğitimde bilişsel yük, cerrahların karmaşık süreçleri öğrenirken karşılaştıkları zorlukları en aza indirmek için kullanılmıştır (Khalil, Paas, Johnson ve Payer, 2005) Buna paralel olarak, trafik güvenliği alanında sürücülerin dikkat kapasitelerini değerlendirmek için bir araç olarak değerlendirilmiştir (Horrey ve Wickens, 2006). Diğer bir uygulama alanı olarak, artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik teknolojilerinin eğitimdeki kullanımı kullanıcıların bilişsel yüklerini eniyilemeye yönelik çalışmalara odaklanmıştır. (Wu, Hwang, Yang ve

Chen, 2018). Benzer şekilde, fen eğitimi alanında yapılan çalışmalar, öğrencilerin karmaşık bilimsel kavramları öğrenirken karşılaştıkları bilişsel yükü azaltmaya yönelik stratejilere odaklanmıştır (Eitel ve Scheiter, 2015). Bu örnekler, bilişsel yük kavramının disiplinlerarası bir yapıya sahip olduğunu ve farklı bağlamlarda değerli bir çözümleme aracı olarak kullanılabildiğini göstermektedir.

Akademik alanların değişen gereksinimleri ve teknolojik atılımlar gibi çeşitli dinamiklerden etkilenerek zaman içinde bilişsel yük kavramının farklı alanlarda ve bağlamlarda kullanımı söz konusudur. Özellikle teknolojik gelişmeler, öğrenme süreçlerinin yapısını değiştirmiş ve bilişsel yük kavramını modern bağlamlarda yeniden yorumlama gerekliliğini doğurmuştur. Şöyle ki, çoklu ortam öğrenmelerinin gelişimi, bilişsel yük kuramının farklı boyutlarını inceleyen yeni araştırma alanlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Mayer ve Moreno, 2003; Çakmak, 2007). Benzer biçimde, dijital araçların yaygınlaşması, bireylerin bilgiye erişim ve bu bilgiyi işleme biçimlerini kökten değiştirmiştir. Bu bağlamda, bilişsel yük çalışmalarının kapsamı, yalnız geleneksel öğrenme ortamlarıyla sınırlı kalmayıp sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik gibi yenilikçi teknolojilerin etkisini de kapsamaktadır. Bu zengin ve çok yönlü gelişim süreci, kavramın sistematik bir şekilde incelenmesini gerekli kılmaktadır.

Bu doğrultuda çalışmanın temel amacı, bilişsel yük kavramının ve araştırmalarının zamanla nasıl bir dönüşüm geçirdiğini ve bu dönüşümün hangi dinamiklerle şekillendiğini ortaya koymak aynı zamanda literatürdeki tarihsel gelişimi haritalayarak bu alandaki eğilimlerin daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunmaktır. Araştırma, bu yöntemlerin sağladığı nesnel çözümlemelerle geniş bir yayın kümesini etkili bir şekilde değerlendirerek teorinin geçmişini, mevcut durumunu ve gelecekteki yönelimlerini daha iyi anlamayı hedeflemektedir.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada, bilişsel yük alanındaki araştırma eğilimlerini ve alanın tarihsel gelişimini kapsamlı bir şekilde incelemek amacıyla bibliyometrik analiz yöntemi kullanılmıştır. Bibliyometrik analiz, bilimsel yayınların istatistiksel yöntemlerle incelenerek bilimsel alanların yapısını, gelişimini ve alanlar arası etkileşimleri nesnel bir biçimde ortaya koymaya olanak sağlamaktadır (Pritchard, 1969). Çalışma için seçilen anahtar sözcük ortak oluş çözümlemesi ve ana yol çözümlemesi gibi bibliyometrik teknikler, bir araştırma alanının kavramsal yapısını ve bilgi akışını belirleme konusunda güçlü araçlar sunmaktadır (Cobo, López-Herrera, Herrera-Viedma ve Herrera, 2011).

Verilerin Toplanması

Bu çalışmada veri kaynağı olarak Web of Science (WoS) veri tabanı kullanılmıştır. WoS'un konu (topic) alanında "cognitive load" anahtar sözcüğü ile yapılan tarama sonucunda 2005-2024 yılları arasında yayımlanmış toplam 8.262 bilimsel yayına ulaşılmıştır. Tarama sonucunda elde edilen yayınların %28.73'ünün öz-düzenlemeli öğrenme, %3.39'unun artırılmış gerçeklik, %3.29'unun fen eğitimi alanlarında yoğunlaştığı görülmüştür.

Yayınların dergilere göre dağılımı incelendiğinde en fazla yayının Computers in Human Behavior (%2.24), Frontiers in Psychology (%2.12) ve Computers & Education (%2.08) dergilerinde yapıldığı saptanmıştır. Ülke bazında dağılıma bakıldığında ABD (%29.50), Almanya (%11.00) ve Çin (%10.39) en fazla yayın yapan ülkeler olarak öne çıkmaktadır.

Veri Ön İşleme Süreci

Bilimsel yayınlara ilişkin veriler, WoS veri tabanından indirildikten sonra çözümlemelerin güvenilirliğini artırmak amacıyla kapsamlı bir veri ön işleme sürecinden geçirilmiştir. Bu süreçte Bibexcel yazılımı kullanılmıştır. Bibexcel, bibliyometrik çözümlemeler için özel olarak geliştirilmiş, atıf çözümlemesi, ortak atıf çözümlemesi ve ortak sözcük çözümlemesi gibi bibliyometrik tekniklerin uygulanmasında yaygın olarak tercih edilen güçlü bir araçtır (Persson, Danell, ve Schneider, 2009). Bu yazılımın tercih edilmesinin temel nedenleri; (1) farklı bibliyometrik veri tabanlarından (özellikle WoS) alınan verileri işleyebilme yeteneği, (2) tekil ve çoğul anahtar sözcüklerin eşleştirilmesi, yazım hatalarının düzeltilmesi gibi veri temizleme işlemlerindeki etkinliği, (3) çeşitli bibliyometrik ağların oluşturulması için gerekli veri matrislerini üretebilme yeteneği ve (4) diğer ağ çözümlemesi programlarıyla (Pajek, VOSviewer gibi) uyumlu çıktılar sunabilmesidir (Grauwin ve Jensen, 2011).

Veri ön işleme sürecinde atıf verilerini ve anahtar sözcükleri ölçünlü biçime getirmek için aşağıdaki işlemler uygulanmıştır:

Atıf verilerine ilişkin işlemler:

- a. Yazar adlarının ilk harflerinin kullanımında tutarlılık sağlanması
- b. Yazar soyadlarındaki büyük-küçük harf kullanımlarının ölçünleştirilmesi
- c. Kurumsal yazarlara ait kayıtların düzenlenmesi
- d. Yazar adlarındaki özel karakterlerin ölçünlü biçime dönüştürülmesi
- e. Yazar adlarındaki kısaltmaların açık yazıma dönüştürülmesi

Anahtar sözcüklere ilişkin işlemler:

- a. Tekil ve çoğul biçimlerin tek bir biçime dönüştürülmesi
- b. Kısaltmaların ve açık yazımların eşleştirilmesi
- c. Büyük-küçük harf kullanımının ölçünleştirilmesi
- d. Eş anlamlı terimlerin tek bir terim altında birleştirilmesi
- e. Yazım hatalarının düzeltilmesi
- f. Boşluk ve noktalama işaretlerinin ölçünleştirilmesi

Ortak Sözcük Ağları

Alanın tarihsel gelişimini çözümlemek için veri seti dört döneme ayrılmıştır: 2005-2009, 2010-2014, 2015-2019 ve 2020-2024. Her dönem için ayrı sözcük ortak oluş (co-word) ağları oluşturulmuştur. Bu ağların oluşturulmasında Python programlama dili ve NetworkX kütüphanesi kullanılmıştır. Ağların görselleştirilmesi içinse Matplotlib kütüphanesi kullanılmıştır. Oluşturulan ağlarda düğümler anahtar sözcükleri, bağlantılar ise bu sözcüklerin aynı yayında birlikte bulunma sayısını temsil etmektedir.

Her dönem için oluşturulan ağlar üzerinde Louvain algoritması kullanılarak kümeleme çözümü (community detection) yapılmıştır. Bu çözümleme, ağ yapılarını kullanarak alandaki temel araştırma alt alanlarının incelenmesine olanak sağlamaktadır. Ardışık dönemler için kümeleme çözümü yapılması bilişsel yük çalışmalarının evriminin yapısal olarak incelenmesine katkı sağlar. Bu çalışmada hem bilişsel yük alanının bir araştırma alanı olarak yapısının hem de evriminin incelenmesine bakış açısı sağlaması amacıyla oluşturulan her bir ağ için aşağıdaki merkezilik ölçütleri hesaplanmıştır:

- Derece merkeziliği (Degree centrality): Bir düğümün doğrudan bağlantılı olduğu düğüm sayısı
- Arasındalık merkeziliği (Betweenness centrality): Bir düğümün ağdaki en kısa yollar üzerinde bulunma derecesi
- Yakınlık merkeziliği (Closeness centrality): Bir düğümün ağdaki diğer tüm düğümlere olan ortalama uzaklığı
- Özvektör merkeziliği (Eigenvector centrality): Bir düğümün önemli düğümlerle olan bağlantılarının derecesi

Merkezilik ölçütleri ağın karakteristik özelliklerinin anlaşılmasına, alandaki temel kavramların ve bu kavramlar arasındaki ilişkilerin zamanla değişimini belirlenmesine yardımcı olmaktadır.

Ana Yol Çözümlemesi

Ana Yol Çözümlemesi (Main Path Analysis), bir araştırma alanında oluşan atıf ağları içindeki en etkili bilgi akış yollarını belirlemek için kullanılan bibliyometrik bir yöntemdir. Bu yöntem ilk olarak Hummon ve Doreian (1989) tarafından geliştirilmiş ve daha sonra (Batagelj ve Mrvar, 1998) tarafından Pajek yazılımına dahil edilerek yaygınlaşması sağlanmıştır. Bu yöntem, makaleler arasındaki atıf alma/verme ilişkileri üzerinden alandaki bilgi akışının yoğunlaştığı patikaların saptanması ve alandaki entelektüel gelişimin ve alanın tarihindeki önemli kırılma noktalarının saptanması ve görselleştirilmesini amaçlar (Liu ve Lu, 2012).

Bu çalışmada Ana Yol Çözümlemesi için öncelikle CitNetExplorer (Van Eck ve Waltman, 2014) yazılımı kullanılarak atıf verme, atıf alma ilişkilerinin yönlü bir bağlantı ile temsil edildiği atıf ağı oluşturulmuştur. Bu ağda düğümler bilimsel yayınları, bağlantılar ise atıfları temsil etmektedir. Atıf ağı oluşturulurken yayınlar arasındaki doğrudan atıfların yanı sıra dolaylı atıf ilişkileri de dikkate alınmıştır.

Bilişsel yük alanındaki temel gelişim patikalarını belirlemek için SPLC (Search Path Link Count) algoritması kullanılmıştır. SPLC algoritması, ağdaki bir bağlantının (kaynak eserden hedef esere verilen atıfın) olası diğer atıf yolları içindeki önemini hesaplayarak o bağlantının alandaki bilgi akışı açısından önemini belirlenmesini sağlar (Hummon ve Doreian, 1989). SPLC değeri yüksek olan bağlantılar, alandaki bilgi akışında daha merkezi bir role sahip olarak değerlendirilmiştir. Bu algoritmanın tercih edilme nedeni, diğer algoritmalara (NPPC, SPNP) kıyasla kaynak düğümden hedef düğüme giden tüm olası yolları hesaba katarak daha kapsamlı değerlendirme sunmasıdır (Liu ve Lu, 2012).

Bilişsel yük hakkındaki bilimsel çalışmaların arasındaki bilgi akışını ve alanın evrimsel gelişimini kapsamlı bir şekilde inceleyebilmek için üç farklı ana yol çözümleme yaklaşımı (Anahtar Rota, Yerel Ana Yol ve Genel Ana Yol) uygulanmıştır. Çözümlemeler, ortak yol çözümlemesi alanyazınında da yaygın biçimde kullanılan Pajek (Batagelj ve Mrvar, 1998) yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Analizlerde tolerans değeri 0 olarak belirlenmiş, böylece önemli olabilecek tüm atıf akışları ($SPLC \geq 1$) çözümleme kapsamına alınmıştır.

1. Anahtar Rota (Key Route) Çözümlemesi: Bu çözümleme alandaki en önemli bilgi akış yollarını belirlemek için kullanılmıştır. Çözümleme sürecinde Search Path Link Count (SPLC) algoritması kullanılmış ve en yüksek SPLC değerine sahip bağlantılar belirlenerek anahtar rotalar saptanmıştır.

2. Yerel Ana Yol (Local Main Path) Çözümlemesi: Farklı zaman dilimlerindeki araştırma odaklarını belirlemek için kullanılmıştır. Her dönem için ayrı SPLC çözümlemeleri yapılarak dönemsel gelişim örüntüleri incelenmiştir.

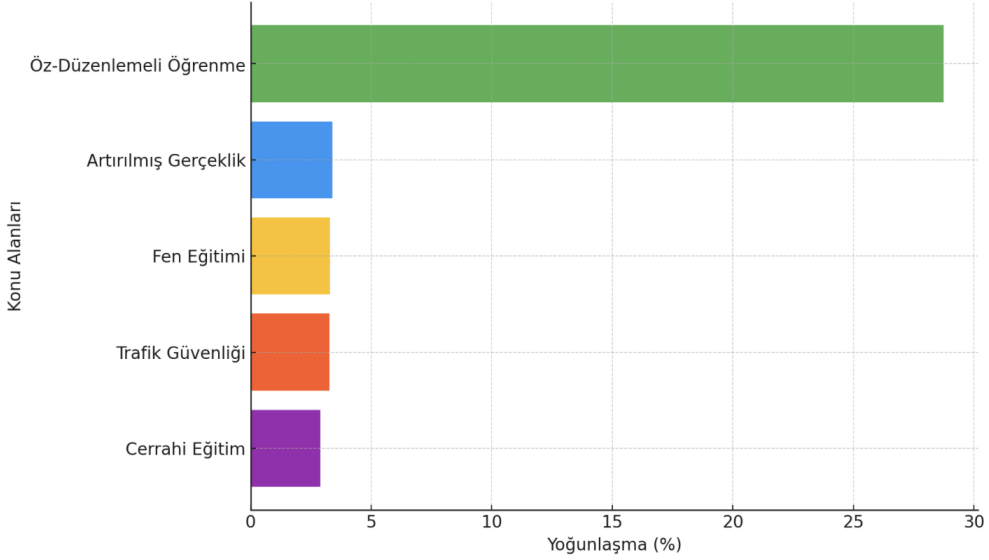
3. Genel Ana Yol (Global Main Path) Çözümlemesi: Bu çözümleme alanın başlangıcından günümüze kadar olan süreçteki en önemli bilgi akış yolunu belirlemek için kullanılmıştır. Çözümleme sürecinde tüm zaman dilimi tek bir bütün olarak ele alınmış ve alanın ana gelişim rotası saptanmıştır.

Ana yol çözümlemelerinde SPLC (Search Path Link Count) yaklaşımı kullanılmıştır. Bu yaklaşım, bir bağlantının kaynak düğümden hedef düğüme giden tüm olası yollar içindeki önemini ölçmektedir.

3. BULGULAR

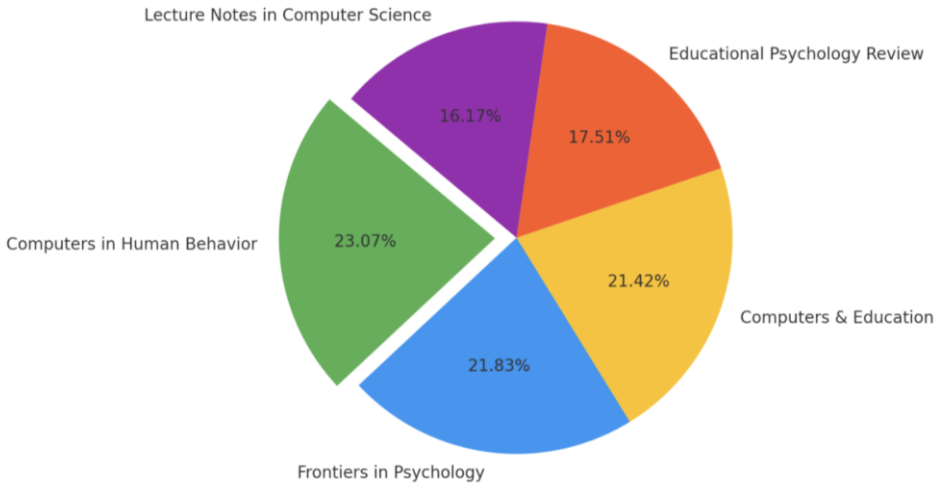
Bilişsel yük kavramına ilişkin dönüşümü farklı ölçütler üzerinden izlemenin olanaklı olduğu düşünülmektedir. Bu görüşten yönelimle bilişsel yük ile ilişkilendirilerek çalışılan konular ve alanları, yayımlanan dergilerin içeriği, konuya yönelik yayın yapan ülkeler, yıllara göre yayın niceliği gibi ölçütler çerçevesinde de bulgular saptanmıştır.

Şekil 1. Bilişsel Yük Çalışmalarının Yoğunlaştığı Konu Alanları



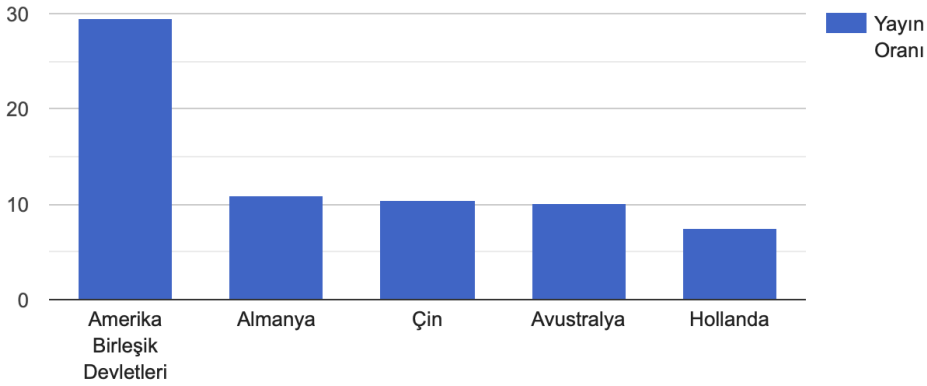
Şekil 1'e göre, bilişsel yük çalışmalarının en fazla yoğunlaştığı konu alanı, %28.73 ile "öz-düzenlemeli öğrenme"dir. Bu alanı sırasıyla "artırılmış gerçeklik" (%3.39), "fen eğitimi" (%3.29), "trafik güvenliği" (%3.26) ve "cerrahi eğitim" (%2.89) izlemektedir. Bu dağılım, bilişsel yük çalışmalarının özellikle eğitim ve öğrenme odaklı olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Özellikle öz-düzenlemeli öğrenme, bilişsel yük araştırmaları açısından en baskın tema olarak dikkat çekmektedir. Diğer konu alanlarının ise daha sınırlı bir yer tuttuğu görülmektedir.

Şekil 2. Bilişsel Yük Araştırmalarının Yayımlandığı Dergiler

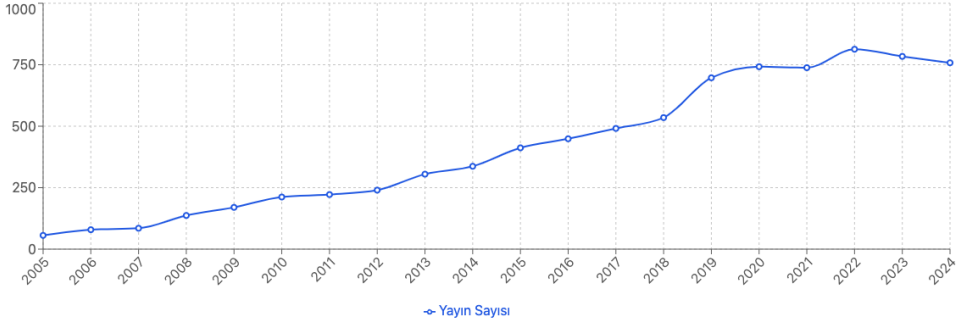


Şekil 2’de, bilişsel yük araştırmalarının yayımlandığı dergilerin oranlarını gösteren bir pasta grafiği bulunmaktadır. Bu grafik, "Computers in Human Behavior" dergisinin %23.07 oranıyla en fazla yayına ev sahipliği yaptığını, diğer dergilerin ise bu oranı izlediğini göstermektedir. Bu dergiyi sırasıyla Frontiers in Psychology (%21.83), Computers & Education (%21.42), Educational Psychology Review (%17.51) ve Lecture Notes in Computer Science (%16.17) dergileri izlemektedir. Dergilerin konu alanlarından yönelimle bilişsel yük çalışmalarının çoğunlukla eğitim teknolojileri ve psikoloji alanlarındaki dergilerde yayımlandığını söylemek olanaklıdır.

Şekil 3. Bilişsel Yük Araştırmaları Yapan Ülkeler



Bilişsel yük üzerine yapılan çalışmaların ülkelere göre dağılımı incelendiğinde, Amerika Birleşik Devletleri'nin lider konumda olduğu gözlemlenmektedir. ABD, toplam yayınların yaklaşık %29.50'sini üretirken, bu oran diğer ülkelerle karşılaştırıldığında belirgin bir üstünlük sergilemektedir. Almanya, Çin, Avustralya ve Hollanda ise sırasıyla %11.00, %10.39, %10.12 ve %7.46 oranlarında katkı sağlamakta böylece bu beş ülke, toplam bilişsel yük çalışmalarının yaklaşık %68'ini üretmektedir. Bu durum, bilişsel yük araştırmalarının belirli ülkelere yoğunlaştığını ve bu ülkelerin araştırma alanında önemli bir liderlik pozisyonuna sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bulgular, bilişsel yük çalışmalarının genellikle gelişmiş ülkelere yoğunlaştığını ve bu ülkelerin bilimsel katkılarının diğer ülkelere oranla daha belirgin olduğunu göstermektedir.

Şekil 4. Bilişsel Yük Araştırmalarının Yıllara Göre Niceliği

Şekil 4, bilişsel yük konusuna yönelik akademik ilginin son yıllarda önemli bir artış gösterdiğini ortaya koymaktadır. 2005 yılında yalnızca 56 yayınlı sınırlı olan bu ilgi, 2022 yılında 813 yayına ulaşarak yaklaşık 15 katlık bir artış sağlamıştır. 2022 yılı, 813 yayınlı en üretken yıl olarak kaydedilirken, bunu sırasıyla 2023 (784 yayın) ve 2024 (758 yayın) yılları takip etmektedir. Yayın sayılarındaki bu belirgin artış, bilişsel yük kavramına olan akademik ilgideki yükselişi işaret etmektedir. Bu eğilim, bilişsel yükün eğitim, psikoloji, dilbilim ve teknoloji gibi farklı alanlarda giderek daha fazla araştırma konusu haline geldiğini ve bu kuramın, ilgili disiplinlerde daha fazla dikkate alındığını göstermektedir. Özellikle son yıllarda yapılan araştırmaların sayısındaki artış, bu alandaki kuramsal ve uygulamalı gelişmelerin hızlandığını ve bilimsel topluluğun konuya olan ilgisinin arttığını yansıtmaktadır. Bu durum, bilişsel yük kavramının daha geniş bir araştırma ve uygulama yelpazesi ile ilişkilendirildiğini ve bu alandaki bilgi birikiminin hızla büyüdüğünü gösteren önemli bir bulgudur.

Bilişsel yük kavramının dönüşümünü farklı ölçütler üzerinden izledikten sonra çalışmanın bu aşamasında sözcük ortak oluş ağları bulgularına yer verilmiştir. 2005-2024 yılları arasında bilişsel yük ile ilgili yapılan araştırmalar incelenmiş ve bu araştırmaların birbiriyle nasıl ilişkili oldukları, hangi araştırmaların daha merkezi olduğunu belirlemek için çeşitli matematiksel yöntemler ve görseller kullanılmıştır. Kullanılan matematiksel yöntemler Louvain yöntemiyle kümeleme çözümü, arasındalık merkeziliği, özdeğer merkeziliği ve kümelenme katsayısı gibi ağ analizi yöntemleridir.

Ortak Sözcük Çözümlemesi Bulguları

Ağ çözümlemesi yöntemleri araştırmalar arasındaki ilişkilerin ve bağlantıların incelenmesidir. Yani, bu yıllar arasındaki yayınlar nasıl birbiriyle bağlantılı, hangi çalışmanın hangisine dayandığı gibi bilgileri anlamaya çalışır. *Louvain yöntemiyle kümelenme çözümü* ise yayınları gruplara ayırma işlemidir. Kümelenme, benzer konuları işleyen çalışmaların bir araya getirilmesidir. Louvain yöntemi ise, bu grupları oluşturmak için kullanılan bir tekniktir. Arasındalık merkeziliği, özdeğer merkeziliği ve kümelenme katsayısı ise ağ çözümlemesine özgü olan ve her biri bir ağdaki (bilimsel yayınlar arasındaki ilişkiler ağı) düğümlerin (araştırmalar, yazarlar, konular vs.) önemini ölçmek için kullanılan kavramlardır.

Arasındalık Merkeziliği (Betweenness Centrality) bir ağda bir düğümün (yani bir araştırma veya yazar) diğer düğümler arasındaki en kısa yollar üzerinde ne kadar önemli bir rol oynadığını ölçer. Başka bir deyişle, bir düğüm ne kadar çok başka düğümler arasında bağlantıyı sağlıyorsa, o kadar merkezi ve önemli kabul edilir. *Özdeğer merkeziliği* bir düğümün (örneğin bir araştırma veya yazarın) ne kadar "değerli" olduğunu belirlemek için ona gelen bağlantıların sayısını ve bu bağlantıların değerini dikkate alır. Başka bir deyişle, bir düğümün önemi, ona bağlı olan düğümlerin önemine bağlıdır. *Kümelenme Katsayısı (Clustering Coefficient)* bir ağda bir düğümün yakın çevresindeki diğer düğümlerin birbirleriyle bağlantılı olma olasılığını ölçer. Bu ölçüt, bir düğümün çevresindeki düğümlerin ne kadar "sosyal" olduğunu, yani birbirleriyle bağlantılı olup olmadığını gösterir.

Araştırmanın ilk dönemi olan 2005-2009 döneminde bilişsel yük çalışmalarının daha sade ve yoğun bağlantılara sahip olduğu görülmüştür. Bu dönemde ağın en büyük bağlı bileşeninde düğümler arasındaki bağlantılar daha sınırlı olup ağ görelisi olarak modüler bir yapı sergilemiştir. Louvain kümeleme çözümlemesi, az sayıda fakat güçlü bağlara sahip kümeler saptamıştır. Bu dönemde arasındalık merkeziliği açısından öne çıkan sözcükler "çözümlü örnekler" ve "ortak zemin" olmuştur. Özdeğer merkeziliği ölçütüne göre ise "multimedya" ve "problem çözme" öne çıkan sözcükler olmuştur. Şekil 5 incelendiğinde 2005-2009 döneminde merkezi düğümlerin kendi aralarında sıkı bağlantılar içinde olduğu görülmektedir. Tablo 1 ise bu dönemde merkezi düğümlerin yüksek arasındalık merkeziliği değerlerine sahip olduğunu ve farklı alt çalışma alanlarının güçlü bağlarla ilişkilendiğini göstermektedir.

Çalışmada incelenen ikinci beş yıllık dönem olan 2010-2014 döneminde bilişsel yük çalışmalarının anahtar sözcüklerinden elde edilen ortak oluş ağının genişlediği ve ağdaki alt kümelerin çeşitlendiği saptanmıştır. (bkz. Şekil 2). Kümeler arasındaki bağlantılar artmış ve disiplinlerarası çalışmaların etkisi daha belirgin hale gelmiştir. Louvain yöntemiyle elde edilen kümeler, yönetsel çeşitliliği ve farklı yaklaşımların ortaya çıkışını yansıtmaktadır. Arasındalık merkeziliği açısından öne çıkan düğümler "etkileşimli öğrenme ortamları" ve "multimedya" olmuştur. Özdeğer merkeziliği ölçütlerine göre ise "multimedya öğrenme" ve "çalışma belleği" sözcükleri ağı kontrol eden temel düğümler arasında yer almıştır. Şekil 5 incelendiğinde, bu dönemin daha geniş ve yaygın bağlantılara sahip olduğu açıkça gözlemlenmektedir. Tablo 1, bu dönemde farklı anahtar sözcüklerin özdeğer merkeziliği değerlerinin birbirlerine görece yakın olduğu ve etkileşimlerin artış eğiliminde olduğunu göstermektedir.

2015-2019 döneminde sözcük ortak oluş ağı yapısı daha yoğun ve karmaşık hale gelmiştir. Disiplinlerarası yaklaşımların güçlenmesi, kümeler arasındaki ilişkilerin daha sıkı ve merkezi yapıda şekillenmesine neden olmuştur. Louvain kümeleme çözümlemesi, yönetsel çeşitliliğin arttığını ve alt kümeler arasında daha sıkı bağların oluştuğunu ortaya koymuştur. Arasındalık merkeziliği yüksek olan düğümler "multimedya öğrenme" ve "EEG" sözcükleri olmuştur. Özdeğer merkeziliği ölçütü açısından ise "multimedya öğrenme" ve "e-öğrenme" gibi sözcükler merkezilik açısından ön plana çıkmıştır. Şekil 5 incelendiğinde, merkezde yer alan yoğun bağlantılar ve daha büyük kümeler dikkat

çekmektedir. Tablo 1’de de kümelenme katsayısının yüksek kaldığı ve merkezilik ölçütlerinin daha dengeli dağıldığı görülmektedir.

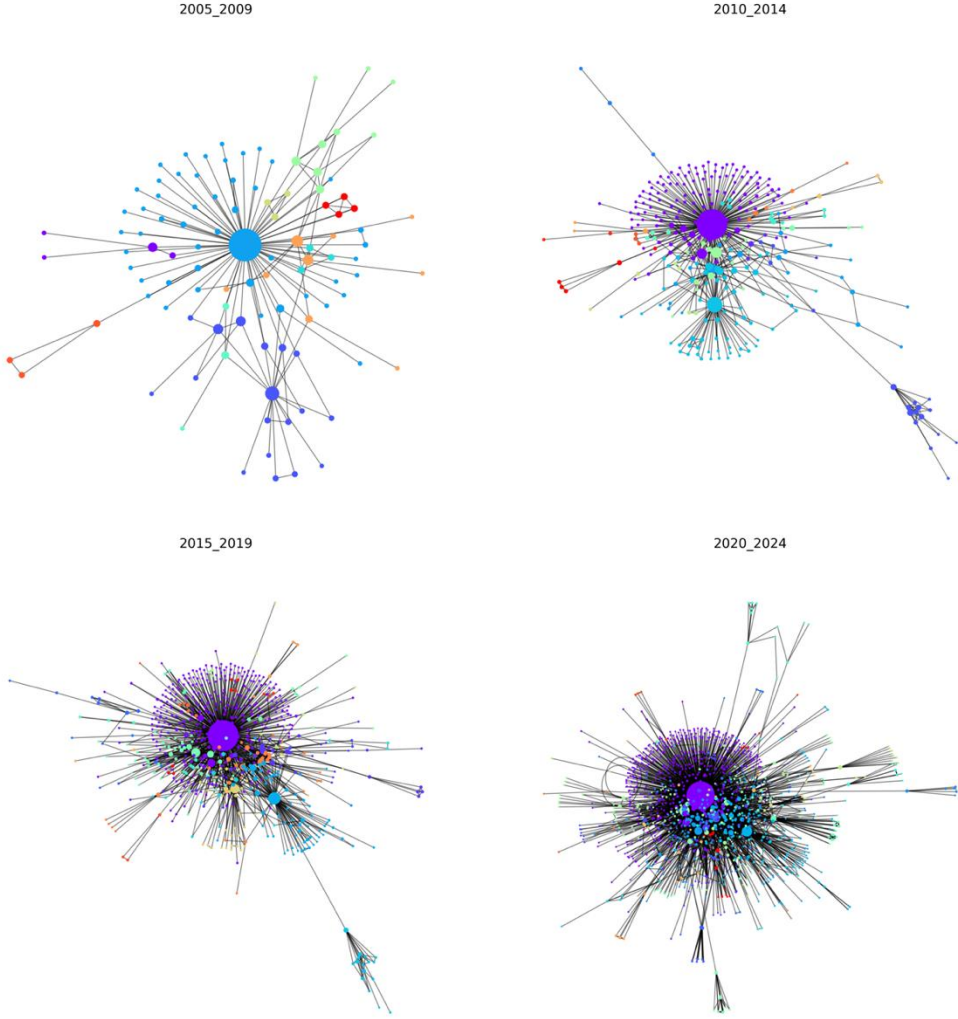
Günümüze gelindiğinde yani araştırmaya dahil edilen son dönem ağ yapısında çok merkezli ve yoğun bağlantılara sahip yapıların ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Diğer bir deyişle bilişsel yük çalışmalarında daha geniş bir tematik çeşitlilik ve disiplinlerarası işbirlikleri belirginleşmiştir. Louvain yöntemiyle gerçekleştirilen kümelenme çözümlemesi, farklı alt alanların güçlü bağlar kurarak daha bütünleşik bir yapı oluşturduğunu göstermektedir. Arasındalık merkeziliği açısından en öne çıkan düğümler "sanal gerçeklik" ve "görev analizi" olmuştur. Özvektör merkezilik ölçütlerinde ise "sanal gerçeklik" ve "artırılmış gerçeklik" gibi sözcükler öne çıkmıştır. Görselde (Şekil 5), daha karmaşık ve yoğun bağlara sahip bir yapı dikkat çekmektedir. Tablo 1, bu dönemde belirli sözcüklerin özdeğer merkeziliği değerleri bakımından belirgin bir biçimde öne çıktığını göstermektedir.

Bulgular, bilişsel yük alanyazınının 2005-2024 yılları arasında önemli bir evrim geçirdiğini göstermektedir. İlk dönemde daha sınırlı ve kuramsal odaklı bir yapıdan, ikinci dönemde yöntemsel çeşitlilik ve uygulamalara yönelme, üçüncü dönemde disiplinlerarası yaklaşımların güçlenmesi ve dördüncü dönemde çok merkezli ve karmaşık yapılar oluştuğu saptanmıştır. Dönemler boyunca merkezilik açısından öne çıkan sözcükler de bu dönüşümü yansıtmaktadır. 2005-2009 yıllarında "çözümlü örnekler" ve "ortak zemin" ağı etkisi altına alırken, 2010-2014 döneminde "etkileşimli öğrenme ortamları" ve "multimedya" güçlenmiş, 2015-2019 döneminde "multimedya öğrenme" ve "EEG" ön plana çıkmış ve 2020-2024 döneminde "sanal gerçeklik" ve "artırılmış gerçeklik" gibi modern teknolojilere odaklanılmıştır. Görseller ve ilgili tablolar, bu evrimin hem kavramsal hem de yapısal değişimini desteklemektedir. Alanyazının gelişimi, disiplinlerarası bağlantıların artış gösterdiği ve merkezilik yapılarının daha dinamik hale geldiği bir süreci yansıtmaktadır.

Tablo 1. Sözcük Ortak Oluş Ağlarına İlişkin Merkezilik Ölçütleri

Sözcük	Özdeğer M.	Arasındalık M.	Küme Katsayısı	Küme	Dönem
bilişsel yük	0,2	0,55	0,01	0	2005-2009
bilişsel yük kuramı	0,03	0,07	0,05	0	2005-2009
çoklu ortam	0,02	0,01	0,33	0	2005-2009
problem çözme	0,02	0,01	0,5	0	2005-2009
çözümlü örnekler	0,02	0,02	0,27	0	2005-2009
öğrenme	0,02	0,01	0,29	0	2005-2009
ortak zemin	0,01	0,02	0,33	1	2005-2009
sistem modalitesi	0,01	0	1	1	2005-2009
araç içi bilgi sistemi	0,01	0	1	1	2005-2009
sürücü dikkati	0,01	0	1	1	2005-2009
bilişsel yük	0,19	0,68	0,01	0	2010-2014
bilişsel yük kuramı	0,05	0,14	0,03	0	2010-2014
çoklu ortam öğrenmesi	0,02	0,02	0,13	0	2010-2014
çalışma belleği	0,02	0,02	0,23	0	2010-2014
çoklu ortam	0,02	0,04	0,16	0	2010-2014
modalite etkisi	0,01	0,01	0,36	0	2010-2014
öğretme/öğrenme stratejileri	0,01	0,01	0,47	0	2010-2014
dikkat	0,01	0	0,5	0	2010-2014
problem çözme	0,01	0,01	0,2	0	2010-2014
etkileşimli öğrenme ortamları	0,01	0,06	0,44	0	2010-2014
bilişsel yük	0,2	0,72	0	0	2015-2019
bilişsel yük kuramı	0,03	0,14	0,03	1	2015-2019
çoklu ortam öğrenmesi	0,02	0,03	0,07	6	2015-2019
öğretim tasarımı	0,01	0	0,28	6	2015-2019
eeg	0,01	0,01	0,17	0	2015-2019
dikkat	0,01	0,01	0,16	0	2015-2019
öğrenme	0,01	0,02	0,17	1	2015-2019
göz izleme	0,01	0,01	0,1	0	2015-2019
e-öğrenme	0,01	0,01	0,16	6	2015-2019
çalışma belleği	0,01	0,02	0,07	0	2015-2019
bilişsel yük	0,19	0,82	0	0	2020-2024
sanal gerçeklik	0,02	0,07	0,04	0	2020-2024
bilişsel yük kuramı	0,02	0,08	0,03	0	2020-2024
eeg	0,01	0,01	0,15	0	2020-2024
görev çözümlemesi	0,01	0,03	0,06	0	2020-2024
artırılmış gerçeklik	0,01	0,02	0,09	0	2020-2024
simülasyon	0,01	0,01	0,12	0	2020-2024
göz izleme	0,01	0,01	0,15	0	2020-2024
çoklu ortam öğrenmesi	0,01	0,02	0,1	0	2020-2024
çalışma belleği	0,01	0,02	0,07	0	2020-2024

Şekil 5. Bilişsel Yük Çalışmalarının Anahtar Sözcük Ortak Oluş Ağları



Ana Yol Çözümlemesi Bulguları

Bilişsel yük kuramı, 1956-2024 yılları arasında önemli bir gelişim sürecinden geçmiştir ve bu süreç üç temel dönemde incelenebilir: kuramsal temellerin atıldığı dönem (1956-1990), kuramsal bütünleşmenin gerçekleştiği dönem (1992-2005) ve teknolojik çeşitlenmenin ön plana çıktığı dönem (2005-2024).

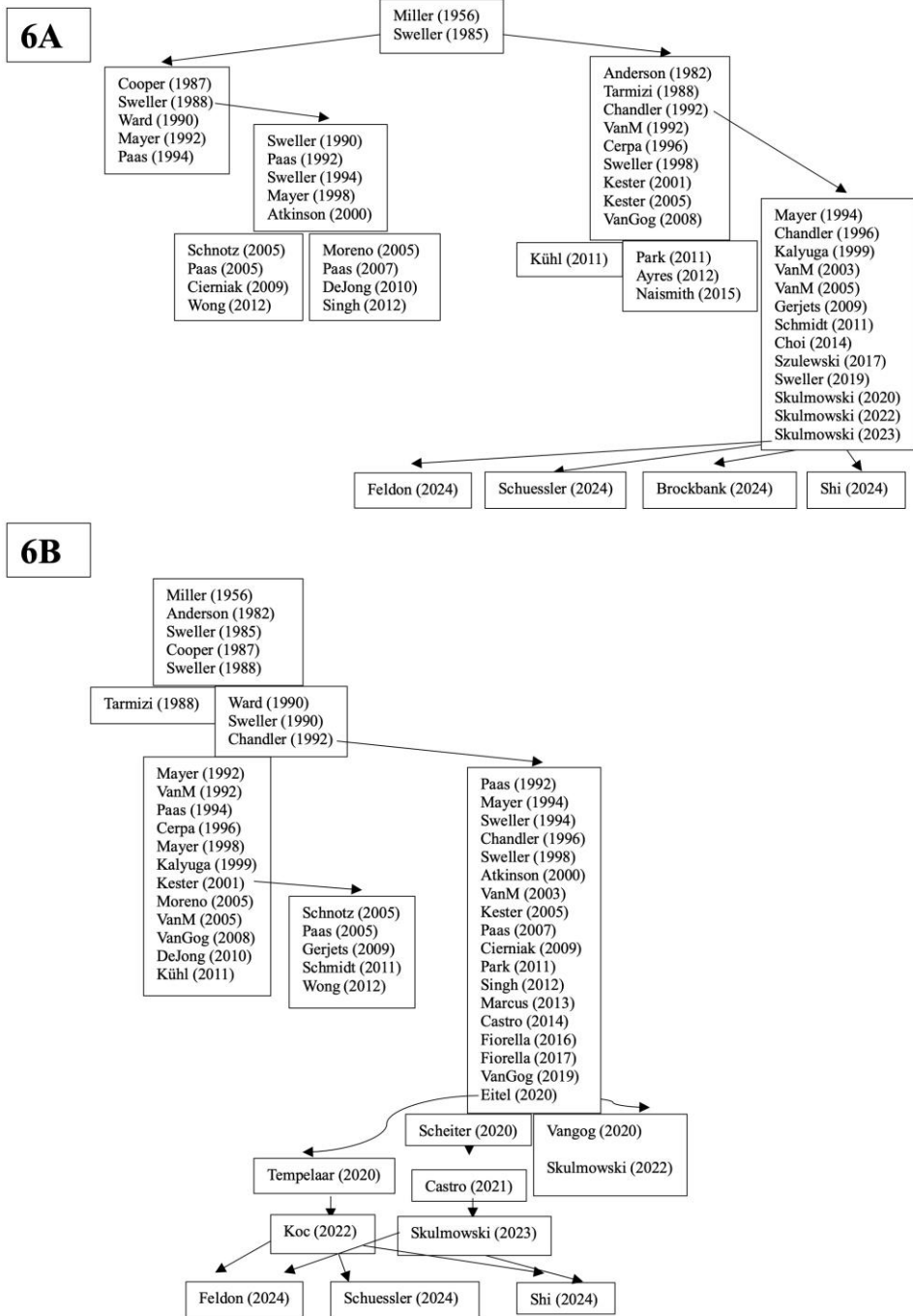
İlk dönem olan 1956-1990 yılları arasında, bilişsel yük kuramının temel yapı taşları oluşturulmuştur. Miller (1956), kısa süreli belleğin kapasitesini tanımlayarak bilişsel yük kavramının temelini atmıştır. Anderson (1982), bilgi işleme modeli ile öğrenme süreçlerinin nasıl eniyilenebileceğini açıklamış ve Sweller (1985, 1988), bilişsel yük kuramını geliştirerek eğitim materyallerinin tasarımında bilgi işleme kapasitesinin nasıl etkili bir şekilde yönetilmesi gerektiğine ilişkin rehberlik etmiştir. Bu dönemde, bilişsel yük kavramı kuramsal bir temel kazanmış ve öğrenme süreçlerini açıklamak için sağlam bir çerçeve oluşturulmuştur.

1992-2005 dönemi, kuramsal çerçevenin daha sistematik hale getirildiği ve öğretim tasarımı ilkelerinin yapılandırıldığı dönemdir. Mayer (1992), çoklu ortam öğrenme kuramını geliştirerek metin, görsel ve işitsel unsurların bir arada nasıl etkili bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir. Van Merriënboer, Jelsma ve Paas, (1992) ise karmaşık görev tabanlı öğrenme modelleriyle bilişsel yük yönetimine katkı sağlamış ve bu çalışmalar, öğretim tasarımı süreçlerine kuramsal bir bütünlük kazandırmıştır. Chandler ve Sweller (1996), çoklu ortam tasarımında bilişsel yükü azaltmak için yöntemler geliştirerek öğretim tasarımı daha sistematik ve yapılandırılmış bir yaklaşım sunmuştur. Bu yöntemler, öğrencilerin öğrenme sırasında gereksiz zihinsel yüklerden kaçınmasını ve bilgiye daha etkili bir şekilde odaklanmasını sağlamıştır.

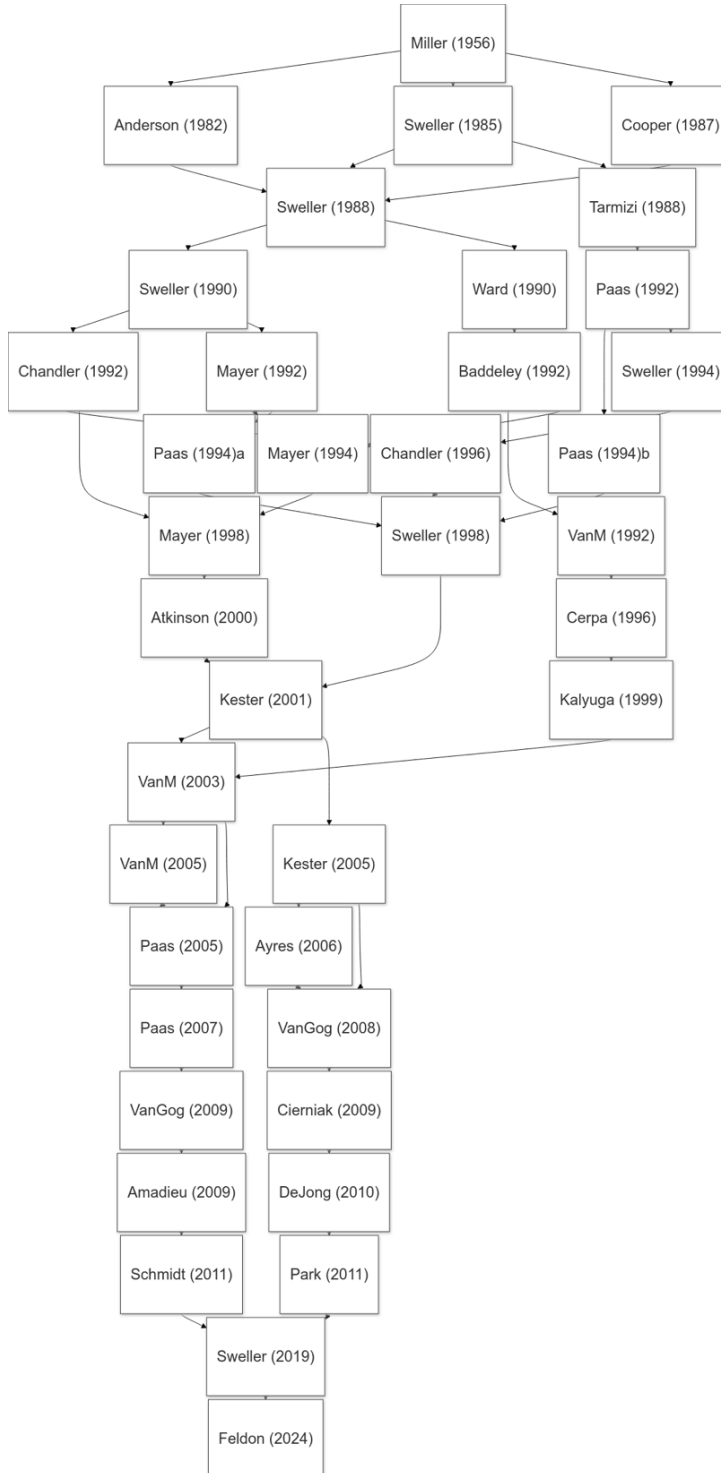
Bu dönemde yapılan çalışmalar, bilişsel yük kuramının eğitim uygulamalarına daha geniş bir bakış açısıyla bütünleştirilmesini sağlamıştır. Şekil (6A) incelendiğinde Kester, Kirschner, Van Merriënboer ve Baumer, (2001), Kester, Kirschner ve Van Merriënboer (2005) bireyselleştirilmiş öğrenme tasarımı üzerine yaptığı çalışmaların bilişsel yük alanyazınındaki bilgi akışında önemli bir yer tuttuğu görülmektedir.

Son dönem olan ve bu çalışmada da dört alt döneme ayrılarak sözcük ortak oluş ağlarıyla incelenen 2005-2024 dönemi ise, teknolojik ilerlemenin ve dijital öğrenme araçlarının bilişsel yük kuramıyla bütünleştirildiği bir dönemi temsil etmektedir. Şekil (6B) incelendiğinde Moreno ve Valdez (2005) ve Schnotz ve Rasch'ın (2005), farklı öğrenme ortamlarının etkilerini inceleyerek birden fazla duyu organına hitap eden içeriklerin nasıl daha etkili sunulabileceğine ilişkin çalışmaları bilişsel yük alanının gelişimine önemli katkı sağladığı görülmektedir. Bu dönemin sonlarına doğru (Şekil 6B) Skulmowski ve Rey, 2020 ve Castro-Alonso, Wong, Adesope ve Paas (2021) gibi araştırmacılar, artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik teknolojilerinin kullanımıyla bilişsel yük yönetiminin dijital öğrenme ortamlarında nasıl eniyilenebileceğini araştırmıştır. Bu dönemde güncel teknolojilerin kullanımıyla zenginleşen eğitim ortamları ve kuramları ile bilişsel yük kuramına ilişkin çalışmalar harmanlanmıştır.

Şekil 6. Ana Rota (6A) ve Yerel Ana Yol (6B) Çözümlmeleri



Şekil 7. Standart Ana Yol Çözümlemesi



Genel ana yol çözümlemesi, anahtar yol ve yerel ana yol çözümlemeleri birlikte incelendiğinde bilişsel yük kavramının gelişiminin, kuramsal temellerden teknolojik çeşitlenmeye ve bu doğrultuda teknolojinin sağladığı olanakların eğitim için kullanımına yönelik çalışmalara sistematik bir dönüşüm geçirdiği görülmektedir. Her dönemin kendine özgü bilgi akış yolları ve araştırma odakları, kavramın gelişim rotasını belirlemiş ve alandaki bilgi birikimi zamanla disiplinlerarası bir bağlamda güçlenmiştir.

4.TARTIŞMA

Bu çalışmada bilişsel yük kavramının alanyazındaki durumunu ve tarihsel gelişimini incelemek amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik bilişsel yük konulu akademik araştırmaların 2005-2024 yılları arasındaki gelişimi ortak sözcük çözümlemesi ve ana yol çözümlemesi yöntemleri kullanılarak incelenmiştir. Kullanılan ortak sözcük çözümlemesi ve ana yol çözümlemesi yöntemlerinin yanı sıra WoS veri tabanı tarafından sağlanan tanımlayıcı istatistikler de bilişsel yük kavramının evrimine ilişkin bakış açısı sağlaması açısından incelenmiştir.

Araştırma bulgularına göre, 2005-2024 yılları arasında bilişsel yük araştırmaları özellikle eğitim ve öğrenme alanlarında yoğunlaşmıştır. Araştırmaların en fazla yoğunlaştığı alt alanın öz-düzenlemeli öğrenme (%28.73) olması, bu kavramın bireysel öğrenme süreçlerinin yönetiminde ve öğrencilerin bilişsel süreçlerini eniyilemede ne denli önemli olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra artırılmış gerçeklik (%3.39), fen eğitimi (%3.29), trafik güvenliği (%3.26) ve cerrahi eğitim (%2.89) gibi alanlar da bilişsel yük kavramının çok yönlü uygulama potansiyelini yansıtmaktadır. Bu durum, bilişsel yük çalışmalarının yalnız sınıf içi öğrenme değil aynı zamanda mesleki beceri geliştirme, teknolojiyle bütünleşme ve güvenlik gibi farklı bağlamlarda da etkili bir araç olarak kullanıldığını ortaya koymaktadır.

Bilişsel yük araştırmalarının yayımlandığı dergilere baktığımızda, bu çalışmaların özellikle Computers in Human Behavior (%2.24) ve Computers & Education (%2.08) gibi eğitim teknolojileri alanında önde gelen dergilerde yer bulması dikkat çekicidir. Bu dağılım, bilişsel yük kavramının teknoloji destekli öğrenme ve dijital araçların tasarımı bağlamında önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Aynı zamanda, Frontiers in Psychology (%2.12) gibi psikoloji dergilerinde yayımlanan araştırmalar, bilişsel yük kavramının temelinde yer alan psikolojik ve nörobilimsel boyutların hâlâ önemli bir odak noktası olduğunu ortaya koymaktadır.

Çalışmaların coğrafi dağılımına bakıldığında, en fazla yayının Amerika Birleşik Devletleri (%29.50) tarafından yapıldığı görülmektedir. Bunu Almanya (%11.00), Çin (%10.39), Avustralya (%10.12) ve Hollanda (%7.46) takip etmektedir. Bu durum, bilişsel yük kavramının Batı dünyasında köklü bir araştırma alanı olduğunu ancak aynı zamanda Asya Pasifik bölgesinde de giderek artan bir ilgiyle ele alındığını göstermektedir. Özellikle Çin ve Avustralya gibi ülkeler, eğitimde teknoloji kullanımını destekleyen yenilikçi yaklaşımlarla bu alanda önemli katkılar sunmaktadır. Bilişsel yük alanındaki çalışmaların

coğrafi dağılımını inceleyen Mutlu-Bayraktar, Coşkun ve Altan'ın (2019) bu çalışmanın bulgularına paralel bir biçimde alandaki çalışmaların en çok Avrupa ülkelerinde yapıldığını, Avrupa kıtasını Amerika'nın takip ettiğini ve üçüncü sırada Asya'nın yer aldığını belirtmişlerdir.

Bilişsel yük kuramı ile ilgili araştırmaların gelişimine bakıldığında, WoS gibi kabul görmüş indekslerde taranan çalışma sayısının sürekli artış eğilimi gösterdiği görülmektedir. Paas, van Gog ve Sweller (2010), 1990-2010 arası dönemde bilişsel yük kuramının eğitim psikolojisi ve öğretim tasarımı alanlarında etkili bir kuram haline geldiğini belirtmektedir. Özçınar (2009) tarafından yapılan ve 1980-2008 yılları arasındaki öğretim tasarımı yayınlarını inceleyen araştırmada, bilişsel yük kuramının en sık kullanılan ikinci terim olduğu saptanmıştır. Jones, Fong, Torres, Yoo, Decker ve Robinson (2010) tarafından yapılan bir başka çalışmada, eğitim psikolojisi alanındaki en üretken 20 araştırmacıdan dördünün çalışmalarında bilişsel yük kuramını merkeze aldığı ortaya konulmuştur. Bu araştırmada elde edilen bulgular bilişsel yük kuramına verilen önemin son yıllarda da artarak devam ettiğini göstermektedir. Bu bulgular, bilişsel yük kuramı ve kavramının özellikle eğitim alanındaki araştırmalarda öğrenme süreç ve deneyimlerini incelemek amacıyla yaygın kullanılan bir bakış açısına dönüştüğünü göstermektedir. Alandaki çalışmalardaki artış hem dijital öğrenme ortamlarının yaygınlaşması hem de öğrenme süreçlerinin bilişsel boyutlarının eğitim araştırmalarında daha fazla çalışılmaya başlanmasıyla ilişkilendirilebilir.

Ortak sözcük ağları çözümlemesine ilişkin bulgular, bilişsel yük araştırmalarının 2005'ten 2024'e kadar olan süreçte önemli bir dönüşüm geçirdiğini, zamanla bilişsel yük kuramının eğitim teknolojilerindeki gelişmelerle yakın bir ilişki kurduğunu göstermektedir. 2005-2009 döneminde ortaya çıkan yalın ve sınırlı bağlantılı ağ yapısı, bu dönemde ağda merkezi konumda yer alan anahtar sözcüklerle birlikte incelendiğinde bilişsel yük çalışmalarının daha çok kavramsal ve kuramsal çalışmalara odaklandığını ortaya koymaktadır. Bu bulgu, Sweller ve diğerlerinin (1998) bilişsel yükü içsel, dışsal ve yararlı yük olarak sınıflandırmasının alan üzerindeki etkisini yansıtmaktadır. Schnotz ve Kürschner'in (2007) de belirttiği gibi, bu sınıflandırma öğrenme deneyimlerinin çözülmesi ve öğretim materyallerinin düzenlenmesinde önemli bir temel ve dayanak sağlamıştır.

2010-2014 döneminde ağ yapısının genişlediği ve alt kümelerin çeşitlendiği görülmektedir. Bu dönemde "etkileşimli öğrenme ortamları" ve "çoklu ortam" kavramlarının ön plana çıkması, Mayer'in (2001, 2014) vurguladığı teknolojik araçların eğitimle harmanlanmasındaki artışla koşutluk göstermektedir. Bu bulgu, Kılıç (2006) ve Mutlu-Bayraktar, Coşkun ve Altan'ın (2019) öğrenme ortamlarında farklı sunum biçimlerinin ve algısal süreçlerin önem kazandığına ilişkin bulgularıyla da örtüşmektedir.

2015-2019 döneminde ağ yapısının daha yoğun ve karmaşık duruma gelmesi ve özellikle "EEG" kavramının arasındalık merkeziliğinin yükselmesi, bilişsel yük ölçümünde nörobilimsel yaklaşımların önem kazandığını göstermektedir. Bu gelişme, Antonenko, Paas, Grabner ve Van Gog, (2010) EEG'nin bilişsel yük ölçümünde kullanımına ilişkin öncü çalışmalarının alandaki etkisini yansıtmaktadır. Benzer biçimde, Berka, Pojmani,

Coyne, Cole ve Denise'in (2010) gerçek zamanlı EEG çözümlemesi çalışmaları, bu dönemde bilişsel süreçlerin daha hassas ölçümüne yönelik araştırma yönelimlerinin de göstergesi niteliğindedir.

Son dönemdeki bilişsel yük çalışmalarının anlamsal odağını yansıtan 2020-2024 dönemine ilişkin ortak sözcük ağ yapısı çok merkezli ve yoğun bağlantılı bir yapıya evrilmiştir. Bu dönemde "sanal gerçeklik" ile "artırılmış gerçeklik" gibi gerçekliğin dijital ortamda yeniden yaratımına odaklanan gelişmiş teknolojiler ve bu teknolojilerin eğitimde kullanımının bilişsel yük kuramı ışığında incelendiği görülmektedir. Bu bulgu, Makransky, Terkildsen ve Mayer'in (2019) sanal gerçeklik teknolojilerinin bilişsel yük üzerindeki etkilerine ilişkin çalışmalarıyla uyumludur. Zheng, Gao, Su, Chen ve Wang, (2023) da vurguladığı gibi, bu gelişmeler bilişsel yük kuramının eğitim teknolojilerindeki uygulamalarının çeşitlenmesine katkı sağlamıştır.

Sonuç olarak, ardışık dönemler için oluşturulan ortak sözcük ağlarının çözülmesi ve elde edilen bulguların karşılaştırılması bilişsel yük araştırmalarının başlangıçtaki kuramsal odağından giderek daha disiplinlerarası ve teknoloji temelli bir yapıya doğru evrildiğini ortaya koymaktadır. Bu gelişim ve dönüşüm süreci hem kuramın genişleyen uygulama alanını hem de değişen eğitim teknolojilerine uyum kapasitesini göstermesi bakımından önemlidir.

Ana yol çözümlemesi bulguları, kuramın tarihsel gelişiminde belirli dönüm noktalarını ve lider çalışmaları vurgulamaktadır. İlk dönemlerde (1956-1990), kavramın temel ilkelerinin oluşturulması, bilişsel yük çalışmalarına sağlam bir kuramsal çerçeve kazandırmıştır. Miller (1956) kısa süreli belleğin kapasite sınırlamalarını tanımlayarak öğrenme sürecinde bilişsel yük yönetiminin önemine vurgu yapmıştır. Sweller (1985, 1988) ise bilişsel yük kuramının ana hatlarını belirleyerek öğretim tasarımıyla bilişsel yükü yönetme stratejilerine yönelik ilkeler geliştirmiştir. Bu döneme ilişkin bulgular, öğretim materyallerinin tasarımıyla bellek kapasitesine uygun yapılandırma stratejilerinin önemini vurgulamıştır (Sweller, 1988). Bu bağlamda, bu dönemde geliştirilen kuramsal temel, bilişsel yükün özellikle eğitim uygulamalarında en aza indirilmesine yönelik bir rehber olmuştur.

1992–2005 döneminde yapılan araştırmalar, bilişsel yük kuramının tasarım ilkeleriyle genişletildiği ve çoklu ortam öğrenme kuramı ile zenginleştirildiği bir dönemi temsil etmektedir. İkinci dönemde (1992-2005), Mayer ve Van Merriënboer gibi araştırmacılar, çoklu ortam öğrenme ve karmaşık görev tasarımlarıyla bilişsel yük çalışmalarını daha yapılandırılmış bir çerçeveye oturtmuştur. Bu dönemde Mayer (1992), görsel ve işitsel bilgilerin eşzamanlı sunumunun bilişsel yükü azalttığını öne sürerken, Van Merriënboer, Jelsma, Paas(1992) dört bileşenli öğretim tasarım modeli (4C/ID) ile bilişsel yükü aşamalı öğrenme stratejileriyle yönetmeyi önermiştir.

Bu çalışmada ortak sözcük ağıyla ayrıntılı bir biçimde incelenen 2005-2024 dönemi ise, bilişsel yük kavramının teknolojik gelişmelerle bütünleştiği ve özellikle dijital öğrenme ortamlarında uygulama alanı bulduğu çalışmalar ilgili alanyazında yoğunluk kazanmaktadır. Moreno ve Valdez (2005) ve Schnotz ve Rasch (2005) farklı duyu

organlarına hitap eden içeriklerin bilişsel yük üzerindeki etkilerini değerlendirerek artırılmış gerçeklik (AR) ve sanal gerçeklik (VR) gibi teknolojilerin eğitsel uygulamalardaki potansiyelini ortaya koymuştur. Suzuki, Wild ve Scanlon (2023) ve Khan, Asadi, Zhang, Qazani, Oladazimi, Kiong ve Nahavandi (2024), artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik uygulamalarının eğitsel etkinliklerini inceleyerek dijital teknolojiler ile gerçekleştirilen eğitim uygulamalarında bilişsel yük yönetimine katkı sağlamıştır. Castro-Alonso, Wong, Adesope ve Paas (2021) ise bireyselleştirilmiş öğrenme stratejilerinin bilişsel yük üzerindeki etkilerini deneysel yöntemlerle test etmiştir. Bu çalışmalar, dijital ortamların bilişsel yük yönetiminde yenilikçi çözümler sunduğunu ve gelecekteki öğrenme stratejilerinin şekillendirilmesinde kritik bir rol oynadığını göstermektedir.

Araştırma bulguları, 2005-2024 yılları arasında bilişsel yük çalışmalarının giderek çeşitlendiğini ve farklı öğrenme alanları ile teknolojik yeniliklerin etkisi altında önemli bir dönüşüm geçirdiğini göstermektedir. Başlangıçta daha kuramsal ve sınırlı uygulama örnekleriyle ele alınan bilişsel yük, zamanla farklı disiplinlerde çalışılmaya başlamış, disiplinlerarası etkileşimlerle zenginleşmiş ve eğitim teknolojilerindeki gelişmelerle bütünleşmiştir (Sweller, Van Merriënboer ve Paas, 1998; Schnotz ve Kürschner, 2007). Bu süreçte, bilişsel yükün içsel, dışsal ve yararlı olmak üzere farklı boyutlarının tanımlanması, kuramın öğretim tasarımı çalışmalarında dikkate alınmasını kolaylaştırmış ve bilişsel yük kuramının öğretim tasarımıdaki temel değişkenlerden biri olmasına olanak sağlamıştır (Sweller, 2010). Aynı zamanda, bilişsel yük ölçüm yöntemleri de çeşitlenmiş; anket tabanlı ölçümlerin yanı sıra EEG gibi nörobilimsel yaklaşımların ve artırılmış gerçeklik (AR), sanal gerçeklik (VR) gibi dijital teknolojilerin kullanılması, kuramın daha geniş bağlamlarda uygulanabilmesine olanak tanımıştır (Antonenko ve diğerleri, 2010; Makransky, Terkildsen ve Mayer, 2019).

Bu çalışmada yapılan çözümlemeler, bilişsel yük kuramının zamanla hem kuramsal hem de uygulamalı alanlarda derin bir dönüşüm yaşadığını ve özellikle farklı alanlardaki çalışmalarla derinleştiğini ortaya koymaktadır. Hem öğrenme sürecini eniyilemek hem de öğrenci başarısını artırmak adına, çeşitli alanlarda yürütülen bilişsel yük araştırmaları, öğretim tasarımı ve eğitim teknolojileri için önemli ölçüt durumuna gelmiştir (Kirschner, Sweller ve Clark, 2006; Wu, Lee, Chang ve Liang, 2013). Günümüzün hızla dijitalleşen dünyasında, artırılmış gerçeklik ve yapay zekâ gibi modern teknolojilerle bilişsel yükü yönetme stratejileri arasındaki ilişkiyi daha yakından incelemek, bu alana önemli katkılar sunacaktır.

Sonuç olarak, bilişsel yük çalışmaları, modern eğitim teknolojileri ve disiplinlerarası yaklaşımların etkisiyle dönüşmeye devam etmektedir. Bu çalışma, bilişsel yük çalışmalarının tarihsel gelişimi ve farklı alanlara uyarlanabilirliğini bütüncül bir bakışla incelemiş; gelecek araştırmalara ışık tutacak öngörüler sağlamıştır. Özellikle artırılmış/sanal gerçeklik ve nörobilim tabanlı ölçüm yöntemleriyle yürütülen çalışmalar, bilişsel yük çalışmalarının potansiyel yönelimlerini belirlemede yol gösterici olacaktır. Gelecek araştırmaların, bilişsel yük kuramının farklı alanlardaki uygulamalarına ve yeni teknolojilerle bütünleştirilmesine odaklanması beklenmektedir.

5.SONUÇ

Bu çalışma, 2005-2024 yılları arasında bilişsel yük alanında yayımlanmış 8.262 bilimsel yayını ortak sözcük çözümlemesi ve ana yol çözümlemesi yöntemleriyle inceleyerek, kuramın tarihsel gelişimine ve güncel araştırma eğilimlerine ışık tutmuştur. Bulgular, bilişsel yük çalışmalarının başlangıçta daha kuramsal odaklı bir yapıya sahipken zamanla eğitim teknolojilerindeki ilerlemelerle bütünleştiğini ve disiplinlerarası bir boyut kazandığını göstermektedir. Özellikle 2015 sonrasında EEG, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik gibi teknolojilerin öne çıkması, alanda hem ölçüm yöntemlerinin hem de uygulama alanlarının çeşitlendiğine işaret etmektedir. Bu durum, bilişsel yük kuramının yalnız klasik öğrenme ortamlarında değil, farklı bağlamlarda ve çağdaş teknolojilerle etkileşim içinde de incelendiğini ortaya koymaktadır.

Bilişsel yük kavramının kısa zamanda bu denli geniş bir uygulama alanına kavuşması, öğrenenlerin bilişsel süreçlerini eniyilemeye yönelik stratejilerin önemini vurgulamaktadır. Ortak sözcük çözümlemesi sonucunda elde edilen sözcük ağ yapısı, bilişsel yük ile ilişkili anahtar kavramların dönemselsel olarak nasıl çeşitlendiğini ve alana yeni teknolojik unsurların nasıl dahil olduğunu göstermiştir. Ana yol çözümlemesi ise kuramın evrimini belirli dönüm noktaları ve temel çalışmalar çerçevesinde inceleme olanağı sunmuş, kuramsal temel ile uygulama alanlarının zaman içindeki bütünleşme sürecini açığa çıkarmıştır. Bu bulgular, öğrenme süreçlerinde bilişsel yükün yönetilmesinin hem eğitsel tasarımlar hem de teknolojik yenilikler açısından kritik bir parametre olduğunu doğrulamaktadır.

Çalışmanın sınırlılıkları arasında, yalnızca WoS veri tabanına ait yayınların incelenmiş olması ve ilgili alanyazının WoS kapsamı dışında kalan bölümlerini yansıtmıyor oluşu sayılabilir. Ayrıca, bu çalışmada kullanılmayan farklı bibliyometrik yöntemler veya nitel incelemeler, bilişsel yük kuramının gelişimini farklı yönleriyle ortaya koyabilirdi. Bununla birlikte, WoS kapsamındaki veriler üzerinden geniş bir zaman dilimini ele alan bu çözümleme, özellikle nicel eğilimlerin ve atıf ağlarının genel hatlarını saptamada önemli bir yarar sağlamaktadır.

Gelecek araştırmalarda, artırılmış gerçeklik, yapay zekâ ve nörobilim temelli ölçüm yöntemleri (örnek olarak göz izleme, fNIRS) gibi yeni teknolojilerin bilişsel yük kuramıyla etkileşimini daha ayrıntılı incelemek yararlı olacaktır. Ayrıca, farklı disiplinler (tıp, mühendislik, mimarlık vb.) ve farklı yaş grupları (ilkokul öğrencileri, yetişkin öğrenenler vb.) odağında yürütülecek disiplinlerarası çalışmalar, bilişsel yükü azaltmaya yönelik daha kapsamlı stratejilerin geliştirilmesine katkı sunabilir. Böylelikle, bilişsel yük kuramı hem öğretim tasarımı hem de teknolojik uygulamalar bağlamında çok daha geniş bir çerçevede değerlendirilebilecek ve öğrenme süreçlerinin verimliliğini artırmaya yönelik somut öneriler üretilebilecektir.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Makalenin tüm süreçlerinde Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi'nin araştırma ve yayın etiği ilkelerine uygun olarak hareket edilmiştir.

Yazarların Makaleye Katkı Oranları

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamıştır.

Çıkar Beyanı

Yazarların herhangi bir kişi ya da kuruluş ile çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKÇA

- Anderson, J. R. (1982). Acquisition of cognitive skill. *Psychological Review*, 89(4), 369.
- Antonenko, P., Paas, F., Grabner, R., & Van Gog, T. (2010). Using electroencephalography to measure cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22, 425–438.
- Batagelj, V., & Mrvar, A. (2008). Analysis of kinship relations with Pajek. *Social Science Computer Review*, 26(2), 224–246.
- Berka, C., Pojmani, N., Coyne, J. J., Cole, A., & Denise, C. (2010). NeuroGaming: Merging cognitive neuroscience & virtual simulation in an interactive training platform. *Advances in Understanding Human Performance: Neuroergonomics, Human Factors Design, and Special Populations*, 313–324.
- Castro-Alonso, J. C., Wong, M., Adesope, O. O., & Paas, F. (2021). Effectiveness of multimedia pedagogical agents predicted by diverse theories: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 33(3), 989–1015.
- Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, 8(4), 293–332.
- Chandler, P., & Sweller, J. (1996). Cognitive load while learning to use a computer program. *Applied Cognitive Psychology*, 10(2), 151–170.
- Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011). Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative study among tools. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 62(7), 1382–1402.
- Çakmak, E. K. (2007). Çoklu ortamlarda dar boğaz: Aşırı bilişsel yüklenme. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2).
- Çepelioğullar, N. (2020). *Çalışma belleği kapasitesi ve bilişsel yükün mantıksal-deneyimsel bilgi işleme ve karar verme üzerindeki etkisi* (Yayın no:649051) [Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi].
- Eitel, A., & Scheiter, K. (2015). Picture or text first? Explaining sequence effects when learning with pictures and text. *Educational Psychology Review*, 27(1), 153–180.
- Grauwin, S., & Jensen, P. (2011). Mapping scientific institutions. *Scientometrics*, 89(3), 943–954.
- Horrey, W. J., Wickens, C. D., & Consalus, K. P. (2006). Modeling drivers' visual attention allocation while interacting with in-vehicle technologies. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 12(2), 67.
- Hummon, N. P., & Doreian, P. (1989). Connectivity in a citation network: The development of DNA theory. *Social Networks*, 11(1), 39–63.
- Jones, S. J., Fong, C. J., Torres, L. G., Yoo, J. H., Decker, M. L., & Robinson, D. H. (2010). Productivity in educational psychology journals from 2003–2008. *Contemporary Educational Psychology*, 35(1), 11–16. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2009.10.002>
- Kester, L., Kirschner, P. A., & Van Merriënboer, J. J. (2005). The management of cognitive load during complex cognitive skill acquisition by means of computer-simulated problem solving. *British Journal of Educational Psychology*, 75(1), 71–85.
- Kester, L., Kirschner, P. A., Van Merriënboer, J. J., & Baumer, A. (2001). Just-in-time information presentation and the acquisition of complex cognitive skills. *Computers in Human Behavior*, 17(4), 373–391.

- Khalil, M. K., Paas, F., Johnson, T. E., & Payer, A. F. (2005). Interactive and dynamic visualizations in teaching and learning of anatomy: A cognitive load perspective. *The Anatomical Record Part B: The New Anatomist*, 286(1), 8–14.
- Khan, M. A., Asadi, H., Zhang, L., Qazani, M. R. C., Oladazimi, S., Kiong, L. C., ... & Nahavandi, S. (2024). Application of artificial intelligence in cognitive load analysis using functional near-infrared spectroscopy: A systematic review. *Expert Systems with Applications*, 123717.
- Kılıç, E. (2006). *Çoklu ortamlara dayalı öğretimde paralel tasarım ve görev zorluğunun üniversite öğrencilerinin başarılarına ve bilişsel yüklenmelerine etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi] Ankara Üniversitesi.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86.
- Liu, J. S., & Lu, L. Y. Y. (2012). An integrated approach for main path analysis: Using the multi-level perspective for complex technological systems. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 63(6), 1172–1186.
- Makransky, G., Terkildsen, T. S., & Mayer, R. E. (2019). Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and Instruction*, 60, 225–236.
- Mayer, R. E. (1992). Multimedia learning: Are we asking the right questions? *Educational Psychologist*, 32(1), 1–19.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2014). Multimedia instruction. In *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 385–399). Springer.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43–52.
- Mayer, R. E., Heiser, J., & Lonn, S. (2001). Cognitive constraints on multimedia learning: When presenting more material results in less understanding. *Journal of Educational Psychology*, 93(1), 187.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81–97.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2005). Role of guidance, reflection, and interactivity in an agent-based multimedia game. *Journal of Educational Psychology*, 97(1), 117–128.
- Moreno, R., & Valdez, A. (2005). Cognitive load and learning effects of having students organize pictures and words in multimedia environments: The role of student interactivity and feedback. *Educational Technology Research and Development*, 53(3), 35–45.
- Mutlu-Bayraktar, D., Cosgun, V., & Altan, T. (2019). Cognitive load in multimedia learning environments: A systematic review. *Computers & Education*, 141, 103618.
- Özçınar, Z. (2009). The topic of instructional design in research journals: A citation analysis for the years 1980–2008. *Australasian Journal of Educational Technology*, 25(4), 559–580.
- Persson, O., Danell, R., & Schneider, J. W. (2009). How to use Bibexcel for various types of bibliometric analysis. *Celebrating scholarly communication studies: A Festschrift for Olle Persson at his 60th Birthday*, 9–24.
- Paas, F., van Gog, T., & Sweller, J. (2010). Cognitive load theory: New conceptualizations, specifications, and integrated research perspectives. *Educational Psychology Review*, 22(2), 115–121. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9133-8>
- 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.
- Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics. *Journal of Documentation*, 25(4), 348–349.
- Schnotz, W., & Kürschner, C. (2007). A reconsideration of cognitive load theory. *Educational Psychology Review*, 19(4), 469–508.
- Schnotz, W., & Rasch, T. (2005). Enabling, facilitating, and inhibiting effects of animations in multimedia learning: Why reduction of cognitive load can have negative results on learning. *Educational Technology Research and Development*, 53(3), 47–58.
- Skulmowski, A., & Rey, G. D. (2020). Subjective cognitive load surveys lead to divergent results for interactive learning media. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 2(2), 149–157.

- Suzuki, Y., Wild, F., & Scanlon, E. (2023). Measuring cognitive load in augmented reality with physiological methods: A systematic review. *Journal of Computer Assisted Learning*, 40(2), 375–393.
- Sweller, J. (1985). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load theory and the design of instructional materials. *Educational Psychologist*, 38(1), 1–8.
- Sweller, J. (1998). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 22(2), 257–285.
- Sweller, J., Van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251–296. <https://doi.org/10.1023/A:1022193728205>
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2014). Visualizing bibliometric networks. In *Measuring scholarly impact: Methods and practice* (pp. 285–320). Cham: Springer International Publishing.
- Van Merriënboer, J. J., Jelsma, O., & Paas, F. G. (1992). Training for reflective expertise: A four-component instructional design model for complex cognitive skills. *Educational Technology Research and Development*, 40(2), 23–43.
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>
- Wu, P. H., Hwang, G. J., Yang, M. L., & Chen, C. H. (2018). Impacts of integrating the repertory grid into an augmented reality-based learning design on students' learning achievements, cognitive load and degree of satisfaction. *Interactive Learning Environments*, 26(2), 221–234.
- Zheng, Z., Gao, S., Su, Y., Chen, Y., & Wang, X. (2023). Cognitive load-induced pupil dilation reflects potential flight ability. *Current Psychology*, 42(28), 24871–24881.