

## Kompleks Problem Çözme Üzerine R Programı ile Bir Bibliyometrik Analiz

### *A Bibliometric Analysis employing the R Program of Complex Problem Solving*

Volkan AŞKUN \*  
Rabia ÇİZEL \*\*

**Öz:** Özellikle gelecekteki eğitim ve çalışma hayatı üzerine son yıllarda yapılan çalışmalarda kompleks problem çözme önemli yer edinmektedir. Dünya Ekonomik Forumu raporuna göre önümüzdeki beş yıl içinde talep edilecek beceriler listesinde kompleks problem çözme dikkat çekmektedir. Türkiye'nin listesinde ise kompleks problem çözme beşinci sırada değerlendirilmektedir. Rapora göre önümüzdeki dönemde hem akademik alanda hem de çalışma yaşamında bu konunun gündemde olacağı belirtilmektedir. Sistematik yazın taramaları araştırma alanı ya da konusu ile ilgili önemli değişkenleri keşfetmek, yapılması gerekenleri yapılanlardan ayırt etmek ve dahası araştırmacılar için önerilerin belirlenmesinde önemli fayda sağlayan yöntemlerdendir. Bu bağlamda bu çalışmada sistematik yazın tarama yöntemlerinden birisi olan bibliyometri kullanılarak kompleks problem çözme üzerine bir sistematik yazın taraması gerçekleştirilmiştir. Çalışma, Scopus veri tabanında yer alan dergilerde 1999-2018 yılları arasında yayınlan “complex problem solving” anahtar kelimelerini içeren 166 makalenin R programlama dilini kullanarak bibliyometrik analizini yapmaktadır. Aynı zamanda kompleks problem çözme alt alanları ile zamanda gelişimi arasındaki ilişkileri göstermek için içerik analizi kullanılmaktadır. Çalışma daha çok kaynak etkileri, eşdizimlilik ağı, ortak atıf, yazar iş birliği üzerine odaklanmaktadır. Araştırma sonuçlarının kompleks problem çözme ile ilgili gelecekteki çalışmalara ışık tutacağı öngörülmektedir.

**Anahtar sözcükler:** Kompleks problem çözme, ağ analizi, ortak atıf analizi, bibliyometrik analiz

**Abstract:** Complex problem solving has gained a significant place especially in the studies conducted concerning education and working life in the future, According to the report of World Economic Forum, complex problem solving in the list of skills to be demanded in the next five years is noteworthy. In Turkey's list of complex problem solving is considered the fifth. According to the report, it is stated that this issue will be on the agenda both in academic and working life in the upcoming period. Systematic literature surveys are important methods to discover important variables related to the field or to the subject of research, to distinguish what should be done from what is done, and, moreover, to determine recommendations for researchers. In this study, a systematic literature survey on complex problem solving was conducted using bibliometry, which is a method of systematic survey of the literature. The study uses bibliometric analysis of 166 articles recording complex problem solving keywords published the journals published on the Scopus database between 1999-2018. Content analysis is also used to demonstrate the relationship between complex problem solving sub-areas and the development of complex problem solving research over time. This study largely focuses upon resource impacts, colloboration network, citation, and author collaboration. It is intended that the results of this research will cast a light on future studies concerning complex problem solving.

**Keywords:** Complex problem solving, network analysis, co-citation analysis, bibliometric analysis

\* PhD. Candidate, Akdeniz Üniversitesi, Sos. Bil. Ens., Sos. Pol. ve Çalış. İliş. Prog., Antalya, volkanaskun@gmail.com <https://orcid.org/0000-0003-2746-502X>

\*\*Prof. Dr., Akdeniz Üniversitesi, İİBF, Çalışma Ek. ve End. İliş. Bölümü, Antalya, rabiacizel@akdeniz.edu.tr <https://orcid.org/0000-0002-6381-2503>

### Literatür Taraması

Artan küreselleşme ve teknolojik gelişmelerin yaşandığı günümüzde, insanlar gündelik yaşamda birçok sorunla, ulaşmaları gereken birçok hedefle ve düşünülebilecek birçok eylemle karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu karmaşık problemleri çözmek için insanlar genellikle sistemlerin yapısı ve dinamikleri ile ilgili karmaşık yapılar hakkında bilgi edinmek ve uygulamak zorunda kalmaktadırlar. Karmaşık Problem Çözme (KPÇ) örnekleri, bilinmeyen karmaşık teknik cihazlar (yeni bir cep telefonu, bilgisayar, yeni teknolojik ürünler vb.) kullanımı, karmaşık organizasyonların (şirketler veya topluluklar) yönetimi veya karmaşık ortamlar (hava durumu tahminleri, siyasi seçimler veya borsa vb.) şeklinde karşımıza çıkmaktadır (Fischer *et al.* 2012, 21). İnsanların karşılaştığı sorunları çözmeye yönelik olarak yapılan araştırmalarda KPÇ, 1970'lerden bu yana basit, statik, iyi tanımlanmış ve akademik sorunlarda vurgu yapılan önemli bir konu olarak ele alınmaktadır (Wenke *et al.* 2005, 167).

KPÇ, insanların veya grupların durumlarının tam yapısının ve özelliklerinin nispeten bilinmediği karmaşık, dinamik ve şeffaf olmayan durumlardaki davranışlarıyla ilgilidir (Dörner & Reither 1978, 528). Personel seçimi için KPÇ araştırma paradigmasının uygulanmasındaki temel amaç, daha üst düzey düşünme süreçleri ve becerileri gerektiren daha karmaşık, anlamlı, bütünleştirici ve gerçekçi görevleri kullanmaktır. Personel seçme ve eğitim uygulamaları, araştırma paradigmasını bir teknoloji olarak benimsemektedir ve ortak bir KPÇ tanımı içermemektedir (Funke 1991, 187). KPÇ, bir sistemin bir veya daha fazla hedef değişkenini bir dizi kararla optimize etme görevidir. Burada sözü geçen sistem, birkaç değişkenden oluşmakta ve birkaç alternatif eyleme sahip olmaktadır. Sistem veya sistem durumları hakkındaki bilgiler eksik veya zamanı geçmiş bir şekilde gelmektedir (Huber 1994, 140). KPÇ, bir sistemin değişkenleri arasındaki nedensel ilişkilerin tanınmasını gerektiren bilişsel ustalığı içeren görev sınıfını temsil etmektedir (Beckmann & Guthke 1995, 180).

Karmaşık problem çözme süreci bilgi edinme ve bilgi uygulama olarak iki temel aşamadan oluşmaktadır. Bilgi edinme aşamasında, bireyler önceden bilinmeyen karmaşık bir sistemin dinamiklerini ve değişkenlerini gözlemler ve problem durumunun bir temsili geliştirir (Greiff *et al.* 2013, 72). Bilgi uygulama aşamasında ise bireyler, karmaşık sistemi kontrol etmek ve istenen duruma dönüştürmek için sistem bilgilerini kullanır ve sürekli olarak günceller (Fischer *et al.* 2015, 2). KPÇ'deki ana bilişsel süreçler; hedef belirleme, bağlantılar kurma ve hipotez testlerini içermektedir (Care *et al.* 2016, 252). KPÇ sürecinin etkileşimli doğası, araştırmacıları zamana ve problem çözücünün girdisine bağlı olarak geçici değişebilen karmaşık problem senaryolarını kullanmaya zorlamaktadır. Bu nedenle, bilgisayarlı karmaşık problem simülasyonları son dönemdeki çalışmalarda KPÇ becerilerinin hem değerlendirilmesinde hem de geliştirilmesinde faydalı bir araç olarak görülmektedir. Bu bağlamda KPÇ alanında yapılan çalışmalara bakıldığında inovasyon (Baggen *et al.* 2015; Conley *et al.* 2017; Marshall 2009; Weigelt & Sarkar 2012), dinamik karar verme (Danner *et al.* 2011; Dörner & Güss, 2013; Güss *et al.* 2009; Schoppek & Fischer, 2017), genetik laboratuvarı (Greiff *et al.* 2015; Sonnleitner *et al.* 2014), bilgisayar tabanlı değerlendirme (Schult *et al.* 2017; Wüstenberg *et al.* 2014), karmaşıklık (Beckmann *et al.* 2017; Hagemann & Kirschke, 2017), biliş (Nair & Ramnarayan, 2000; Sinnott *et al.* 2017), muhakeme (Fischer *et al.* 2015; Frischkorn *et al.* 2014), kültür (Güss, 2011) yazar anahtar kelimeli çalışmaların alana güçlü katkı sağladığı görülmektedir.

KPÇ becerilerinin önemi, Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) çerçevesine dahil edilmelerinde yansıtılmaktadır. PISA (2018, 3) dünya çapında eğitim sistemlerini değerlendirmeyi amaçlayan uluslararası bir ankettir. 2000'den beri, PISA 15 yaşındaki öğrencilerin okuma, fen ve matematik alanlarında yeterliliklerini test etmektedir. 2003 yılında, KPÇ becerilerini genel bir bilgi alanı olarak ölçmek için PISA araştırmasına yaratıcı bir problem çözme testi de dahil edilmiştir (Greiff *et al.* 2014, 75). Diğer yandan V. Hagemann & Kluge (2017) 116

kişiyle yaptıkları çalışmayla, takımlar halinde başarılı karmaşık problem çözme için takım süreci taleplerinin yerine getirilmesinin önemini göstermektedir. Caner *et al.* (2017) ABD’de ilaç firmalarıyla yürüttükleri çalışmada, KPÇ’nin şirketlerde iyi hiyerarşik yönetim altında çözüldüğünü göstermekte ve şirketlerin genel olarak bu teoriyle uyum içinde olduklarını varsaymaktadırlar. Bununla birlikte KPÇ’nin çeşitli kullanışlı uygulamalara yönelik çözümler ürettiğini vurgulamaktadırlar. Kirschke *et al.* (2017) Alman su yönetim sisteminde var olan 37 farklı problemin çözümünde KPÇ’nin önemini belirttikleri çalışmada ise kamu kurumlarında da bu konunun önemle işlendiğini göstermektedirler. Ederer *et al.* (2015), 2012–2014 yılları arasında Almanya, İspanya, Güney Afrika, Danimarka, Slovakya, İsviçre ve Fransa’da 16 şirkette topladıkları veriler ile KPÇ’nin şirketlere önemli ekonomik getiri sağladıklarını göstermektedirler.

40 yıldan uzun bir süredir, KPÇ yeni bir psikolojik araştırma konusu olmuştur. Bu süre zarfında, insanların karmaşık, dinamik ve belirsiz durumlarla nasıl başa çıktıklarının analizine ilk vurgu yapılmıştır. Karmaşık problem çözme, hayatını paylaşacak doğru kişiyi bulmaktan başlayıp, sadece para kazanmak için değil aynı zamanda bizi mutlu eden bir kariyer seçmek gibi günlük hayatımızın bir parçası haline gelen kararlarımızda etkili olmaktadır. KPÇ aynı zamanda iklim değişikliği, nüfus artışı, savaş tehdidi, doğal kaynakların kullanımı ve dağıtımı gibi konular olarak da ele alınmaktadır. Özetle, birçok toplumsal zorluk karmaşık problemler olarak görülebilmektedir.

Bilimsel anlamda etkili olabilmek için bilimsel araştırmaların birbiri arasında iletişimin olması gerekir. Kitaplar, kitap bölümleri ve dergilerdeki makaleler, bilim insanlarının ürettikleri araştırma çıktılarında bazılarıdır. Bilim insanlarının, yeni bir araştırma keşfinde önceliğini belirlemek veya katkılarının orijinalliğini göstermek için atıf ve referanslar kullanmaları gerekmektedir (Merton 1957, 637). Atıf ve referansların öncüllerin onayını alması, yeni bir fikrin kökenini takip etmesi, yeni bulguları geçerli bulgulardan ayırt etmesi gibi birçok işlevi vardır. Bilimsel çıktılar, referanslar ve atıflar, bibliyometrik göstergelerin üzerine oturtulduğu ham gerçekleri temsil eder. Bibliyometrik göstergeler ilk olarak bilimin nicel incelemesi için geliştirilmiştir (de Bellis 2014, 25). Günümüzde ise araştırmacılar, önceki bulguları anlamak ve düzenlemek için farklı nitel ve nicel literatür tarama yaklaşımlarını kullanmaktadırlar. Bunların arasında bibliyometrik analiz bilimin, bilim insanlarının veya bilimsel faaliyetlerin istatistiksel olarak ölçülmesine dayanan sistematik, şeffaf ve tekrarlanabilir bir inceleme süreci sağlama potansiyeline sahiptir. Diğer tekniklerin aksine, bibliyometrik analiz daha objektif ve güvenilir analizler sağlamaktadır (Aria & Cuccurullo 2017, 960). Crane (1972)’e göre yeni bilgilerin, kavramsal gelişmelerin ve verilerin büyüklüğüne bibliyometrik analiz uygulanarak, zaman içinde eğilimleri ortaya çıkarmak, temaları araştırmak, disiplinlerin sınırlarındaki değişimleri tespit etmek, üretken araştırmacılar ve kurumları en iyi şekilde saptayarak mevcut araştırmanın büyük resmini ortaya koymak mümkün olmaktadır. Bu bağlamda bibliyometrik analizlerin (1) yeni araştırma yöntemleri aramak, (2) araştırma önerileri geliştirmek, (3) araştırma alanlarının ya da konularının değişkenlerini keşfetmek, (4) araştırmacılar, dergiler ve ülkeler arasındaki ilişkileri belirlemek, (5) fikir ve teorileri uygulamalar ile ilişkilendirmek gibi faydaları vardır.

Dünya Ekonomi Formu İşlerin Geleceği Raporuna (2018) göre Türkiye’de gelecek beş yıl içinde talep edilecek beceriler listesinde beşinci sırada yer alan KPÇ gelecek yıllarda hem akademik alanda hem de çalışma yaşamında oldukça önemli olacağı gözlenmektedir. Bu bağlamda çalışmanın amacı bibliyometrik analizle KPÇ’nin 20 yıllık tarihsel gelişimi ortaya çıkararak bu alanda çalışacak araştırmacılara yol haritası sunabileceği düşünülmektedir. Çalışma kapsamındaki aşağıdaki sorulara cevaplar aranmaktadır:

- (1) KPÇ'nin kavramsal haritası nedir?

- (2) Bilimsel araştırmacıların, ülkelerin ve akademik dergilerin KPÇ'deki üretkenliği nedir?  
 (3) KPÇ'de yazarlar, dergiler ve ülkeler arasındaki işbirlikleri nedir?

### Yöntem

Araştırmada sistematik yazın tarama yöntemlerinden birisi olan bibliyometrik analiz kullanılmıştır. Bibliyometrik analiz için Cobo *et al.* (2011) ve Börner *et al.* (2005)'in çalışmalarında açıklanan genel bibliyometrik yöntemler takip edilmektedir. Araştırmada “complex problem solving” anahtar kelimeleri hakem denetimli literatür veri tabanı olan Scopus ([www.scopus.com](http://www.scopus.com)) üzerinde taranmıştır. 1999 - 2018 yılları arasında uluslararası dergilerde yayınlanan 166 orijinal araştırma makalesi ele alınmıştır. Veriler, tek bir kaynakça veri tabanında toplanması ve çalışma içindeki göndermelerde bu veri tabanı temel alınarak kaynakça ile ilgili bilgilerin istenilen yerde istenilen şekilde görünmesi sağlanması bakımından BibTeX şeklinde bilgisayara kaydedilmiştir.

Erişilen makaleler anahtar kelimeler ve doküman başlıklarında kullanılan kavramlar üzerinden incelenmiştir. Anahtar kelimelere dair analizler için sosyal ağ analizi ile ortak atıf, işbirliği, eşdizimlilik analizlerinden faydalanılmıştır. Diğer yandan alanın gelişmesine yönelik ana gelişme noktalarını belirleyebilmek adına KPÇ alanında kaynak etkileri ele alınmış ve değerlendirilmiştir. Analizlerin yürütülmesinde R programlama dili, görsellerin oluşturulmasında ise ggplot2 (<https://cran.r-project.org/>) kütüphanesi kullanılmıştır.

### Bulgular

Keywords Plus (KWS), belirtilen makalelerin başlıklarından otomatik olarak oluşturulan dizin terimleridir. KWS terimleri, bibliyografyada bir kereden fazla görünmeli ve çok kelimeli ifadelerden tekil terimlere sıralanmalıdır. KWS, geleneksel anahtar kelime veya başlık alımını artırır. Bu bağlamda çalışmada 166 makalenin KWS'sine bakılmıştır ve Şekil 1'de “problem çözme” en sık kullanılan kelime olarak gözlenirken, sonrasında sırasıyla “öğrenciler, insan, karar verme, kompleks problemler, yapay zekâ, biliş ve proje yönetimi” kelimelerinin yüksek sıklıkta kullanıldığı gözlenmektedir.

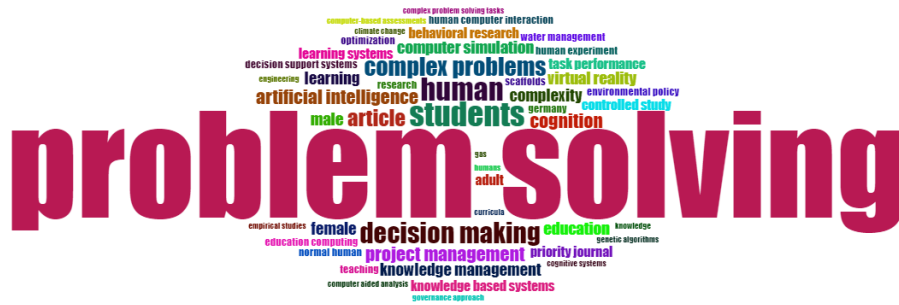


Fig. 1. Kelime Bulutu

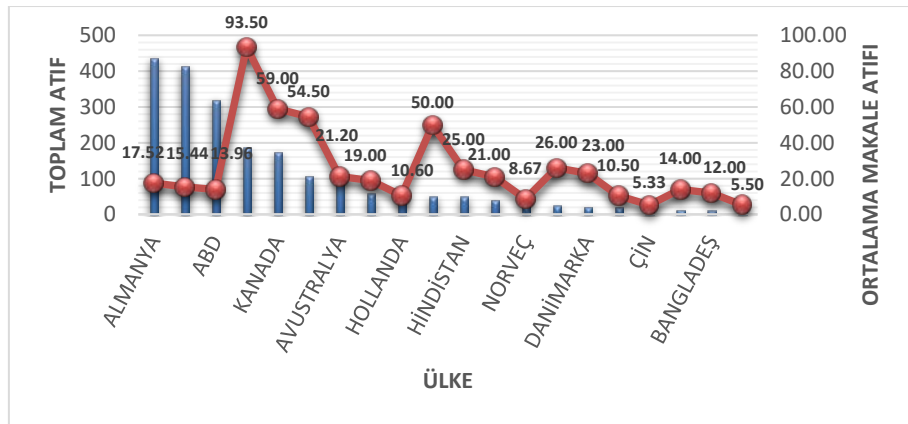
Tablo 1'de, 1999-2018 yılları arasında KPÇ için Intelligence dergisinin her değerinde daha etkili dergi olduğu gözlemlenirken sonrasında toplam atıfta Journal of Cleaner Production (TC = 162) ve Journal of Educational Psychology (TC = 106) dergileri, toplam makale sayısında Frontiers in Psychology (NP= 9), Computers in Human Behavior (NP =7) ve Educational Technology Research and Development (NP =7) dergilerinin etkili olduğu görülmektedir.

**Tablo 1.** Kaynak Etkileri

Kaynak	h_index	g_index	m_index	TC*	NP*
Intelligence	11	13	0,61	364	13
Frontiers in Psychology	3	5	0,50	29	9
Computers in Human Behavior	6	7	0,43	85	7
Educational Technology Research and Development	6	7	0,50	96	7
Learning and Individual Differences	4	6	0,57	69	6
Journal of Educational Psychology	4	5	0,57	106	5
Zeitschrift fur Padagogische Psychologie	4	5	0,31	67	5
Computers and Education	3	4	0,38	51	4
International Journal of Lifelong Education	3	3	0,60	14	4
Instructional Science	3	3	0,14	32	3
International Journal of Project Management	3	3	0,50	89	3
Applied Psychological Measurement	1	2	0,13	69	2
British Journal of Educational Technology	2	2	0,18	43	2
Cognitive Science	2	2	0,20	29	2
European Journal of Psychological Assessment	2	2	0,40	13	2
Jisuanji Xuebao/Chinese Journal of Computers	2	2	0,25	15	2
Journal of Cleaner Production	2	2	0,14	162	2
Journal of the Association of Information Systems	2	2	0,15	26	2
Simulation and Gaming	1	2	0,06	12	2
Strategic Management Journal	2	2	0,25	67	2

\*TC= Toplam atf sayısı, NP= Toplam makale sayısı

Figür 2.'de, KPÇ alanında en çok atf alan ülke Almanya yer almaktadır, sonrasında ise Lüksemburg ve ABD gelmektedir. Diğer yandan bu alanda en çok çalışmanın bu üç ülke tarafından yapıldığı görülürken makale başına en çok atf olarak etkili olan ülke Avusturya olduğu görülmektedir. Aynı şekilde sırasıyla Kanada, İspanya ve Fransa makale başına atıfta toplamda en çok atf alan ülkelere göre daha etkili oldukları görülmektedir.

**Fig. 2.** En Çok Atf Alan Ülkeler





değerlendirilebilir.

Ülkelerin KPC alanına katkılarına bakıldığında Almanya'nın hem makale sayısında (NP=88) hem de atıf sayısında (TC=438) bu alana katkısının güçlü olduğu gözlenmektedir. Almanya'yı sırasıyla takip eden ülkeler ise şu şekildedir: ABD (NP=72, TC=321), Lüksemburg (NP=43, TC=417), Avusturalya (NP=18, TC=187) ve Kanada (NP=10, TC=177). Türkiye'nin ise KPC alanına herhangi bir katkısı gözlenmemektedir.

Yazarların kullandığı anahtar kelimeler için eşdizimlilik analizi sonucuna göre, KPC'nin ortak kümede yer aldığı kelimelere bakıldığında zekâ, genetik lab, bilgisayar tabanlı değerlendirme, karmaşıklık, biliş, akıl yürütme, kültür, strateji, çalışan bellek, bilgi edinme, dinamik sistemler, motivasyon dikkat çekmektedir. Bu alanda ileride yapılacak çalışmalarda bu konuların baskın olacağı düşünülmektedir.

Bilimsel yayınlar için ortak atıf analizine göre bakıldığında yeşil kümede yer alan Alman araştırmacı Funke (2001)'nin insan kararını analiz etmenin aracı olarak dinamik sistemler ile yapmış olduğu çalışma en güçlü etkiyi gösterirken yine Funke (2010)'nin KPC bağlamında karmaşık biliş ve duygu ilişkisini tartıştığı çalışmasının bu alana katkısının güçlü olduğu gözlenmektedir. Yine aynı kümede yer alan Schweizer *et al.* (2013)'nin 393 Alman lise öğrencisi ile yaptığı çalışma ve Kröner *et al.* (2005)'nin 9-12 yaş arası 101 Alman lise öğrencisi ile yaptığı çalışma en çok ortak atıf alan çalışmalardır. Mavi kümede ise Dörner & Kreuzig (1983)'nin zeka ölçütleriyle farklı problemleri çözümedeki başarı ölçütlerini karşılaştırdığı çalışma ile kırmızı kümede Dörner (1996)'ın karmaşık durumlarda hatayı tanımak ve önlemek adına yayımladığı kitap diğer en çok ortak atıf alan bilimsel yayınlardır.

Yazarların işbirliği analizinde ise Lüksemburg'dan Greiff, S. (NP=35), Martin, R. (NP=9) Stadler, M. (NP=7) ve Almanya'dan Wüstenberg, S. (NP=16) ve Funke, J. (NP=15) KPC alanına ciddi katkısı olan yazarlar olarak dikkat çekmektedir. Bu bağlamda bakıldığında Almanya ve Lüksemburg KPC alanının öncüleri olarak değerlendirilebilir. Diğer yandan ülkelerin işbirliklerinde de Almanya – Lüksemburg 24 işbirliği yaparak bu değerlendirmeyi güçlendirmektedir.

Son olarak incelenen makaleler sonucunda KPC en az üç farklı şekilde kullanıldığı gözlenmektedir: (1) gerçek yaşam koşullarında (öğrenme, bilgi edinme ve karar alma gibi farklı odaklarla) bilişi incelemek için bir paradigma olarak, (2) genellikle bilgisayarda sunulan belli bir sınıf problemle uğraşırken sergilenen bir davranış tanımlayıcısı olarak ve (3) zekayla ilgili bir yetenek yapısı olarak.

Bu çalışmanın bir takım kısıtları da vardır. Bu çalışma konu ile ilgili genel yapıyı ortaya koymaktadır, ancak nitel yöntemler kullanılarak yapılacak çalışmalarda konu ile ilgili çalışan araştırmacıların çalışmaları derinlemesine incelenmelidir. Böylelikle konu ile ilgili değişkenler sistem yaklaşımı ile değerlendirilerek karmaşık problem çözmeyi etkileyen nedenler ve karmaşık problem çözümlerinin etkileri detaylı analiz edilebilir. Bunun yanında araştırmacılar farklı bilim alanlarında problem çözme araştırmalarını sistematik yazın tarama yöntemleri ile karşılaştırmalı olarak inceleyebilir.



## KAYNAKÇA

- Aria M. & Cuccurullo C. (2017). "Bibliometrix: An R-Tool for Comprehensive Science Mapping Analysis". *Journal of Informetrics* 11/4 (2017) 959-975. doi:10.1016/j.joi.2017.08.007
- Baggen Y., Mainert J., Lans T., Biemans H. J. A., Greiff S. & Mulder M. (2015). "Linking Complex Problem Solving to Opportunity Identification Competence Within the Context of Entrepreneurship". *International Journal of Lifelong Education* 34/4 (2015) 412-429. doi:10.1080/02601370.2015.1060029
- Beckmann J. F., Birney D. P. & Goode N. (2017). "Beyond Psychometrics: The Difference Between Difficult Problem Solving and Complex Problem Solving". *Frontiers in Psychology* 8 (2017) 1739-1751. doi:10.3389/fpsyg.2017.01739
- Beckmann J. F. & Guthke J. (1995). "Complex Problem Solving, Intelligence and Learning Ability". Ed. P. A. Frensch & J. Funke. *Complex problem solving: the European perspective* (1995) 177-200. New York.
- Börner K., Chen C. & Boyack K. W. (2005). "Visualizing Knowledge Domains". *Annual Review of Information Science and Technology* 37/1 (2005) 179-255. doi: 10.1002/aris.1440370106
- Caner T., Cohen S. K. & Pil F. (2017). "Firm Heterogeneity in Complex Problem Solving: A Knowledge-Based Look at Invention". *Strategic Management Journal* 38/9 (2017) 1791-1811. doi:10.1002/smj.2615
- Care E., Scoular C. & Griffin P. (2016). "Assessment of Collaborative Problem Solving in Education Environments". *Applied Measurement in Education* 29/4 (2016) 250-264. doi:10.1080/08957347.2016.1209204
- 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 (2011) 1382-1402. doi: 10.1002/asi.21525
- Conley S. N., Foley R. W., Gorman M. E., Denham J. & Coleman K. (2017). "Acquisition of T-shaped Expertise: An Exploratory Study". *Social Epistemology* 31/2 (2017) 165-183. doi:10.1080/02691728.2016.1249435
- Crane D. (1972). *Invisible Colleges: Diffusion of Knowledge in Scientific Communities*. Chicago 1972.
- Danner D., Hagemann D., Schankin A., Hager M. & Funke J. (2011). "Beyond IQ: A Latent State-Trait Analysis of General Intelligence, Dynamic Decision Making and Implicit Learning". *Intelligence* 39/5 (2011) 323-334. doi:10.1016/J.INTELL.2011.06.004
- de Bellis N. (2014). "History and Evolution of Biblio (metrics)". Ed. B. Cronin & C. R. Sugimoto. *Beyond Bibliometrics :Harnessing Multidimensional Indicators of Scholarly Impact* (2014) 23-44.
- Dörner D. & Kreuzig H. W. (1983). "Problem Solving Ability and Intelligence". *Psychologische Rundschau* 34/4 (1983) 185-192.
- Dörner D. & Güss C. D. (2013). "PSI: A Computational Architecture of Cognition, Motivation, and Emotion". *Review of General Psychology* 17/3 (2013) 297-317. doi:10.1037/a0032947
- Dörner D. & Reither, F. (1978). "Über das Problemlösen in Sehr Komplexen Realitätsbereichen". *Zeitschrift Für Experimentelle Und Angewandte Psychologie : Organ Der Deutschen Gesellschaft Für Psychologie* 4 (1978) 527-551.
- Ederer P., Nedelkoska L., Patt A. & Castellazzi S. (2015). "What Do Employers Pay For Employees' Complex Problem Solving Skills?". *International Journal of Lifelong Education* 34/4 (2015) 430-447. doi:10.1080/02601370.2015.1060026
- Fischer A., Greiff S. & Funke J. (2012). "The Process of Solving Complex Problems". *The Journal of Problem Solving* 4/1 (2012) 19-42. doi:10.7771/1932-6246.1118
- Fischer A., Greiff S., Wüstenberg S., Fleischer J., Buchwald F. & Funke J. (2015). "Assessing Analytic and Interactive Aspects of Problem Solving Competency". *Learning and Individual Differences* 39 (2015) 172-179. doi:10.1016/J.LINDIF.2015.02.008
- Fischer A., Holt D. V. & Funke J. (2015). "Promoting the Growing Field of Dynamic Decision Making". *Journal of Dynamic Decision Making* 1/1 (2015) 1-3. doi:10.11588/jddm.2015.1.23807
- Frischkorn G. T., Greiff S. & Wüstenberg S. (2014). "The Development of Complex Problem Solving in Adolescence: A Latent Growth Curve Analysis". *Journal of Educational Psychology* 106/4 (2014) 1007-1020. doi:10.1037/a0037114

- Funke J. (1991). "Solving Complex Problems: Exploration and Control of Complex Systems". Ed. R. J. Sternberg & P. A. Frensch. *Complex Problem Solving: Principles and Mechanisms*, (1991) 185-222. New York.
- Funke J. (2001). "Dynamic Systems As Tools For Analysing Human Judgement". *Thinking and Reasoning* 7/1 (2001) 69-89. doi:10.1080/13546780042000046
- Funke J. (2010). "Complex Problem Solving: A Case for Complex Cognition?". *Cognitive Processing* 11/2 (2010) 133-142. doi:10.1007/s10339-009-0345-0
- Greiff S., Fischer A., Wüstenberg S., Sonnleitner P., Brunner M. & Martin R. (2013). "A Multitrait–Multimethod Study of Assessment Instruments for Complex Problem Solving". *Intelligence* 41/5 (2013) 579-596. doi:10.1016/J.INTELL.2013.07.012
- Greiff S., Holt D. V. & Funke J. (2013). "Perspectives on Problem Solving in Educational Assessment: Analytical, Interactive and Collaborative Problem Solving". *The Journal of Problem Solving* 5/2 (2013) 71-91. doi:10.7771/1932-6246.1153
- Greiff S., Stadler M., Sonnleitner P., Wolff C. & Martin R. (2015). "Sometimes Less is More: Comparing the Validity of Complex Problem Solving Measures". *Intelligence* 50 (2015) 100-113. doi:10.1016/J.INTELL.2015.02.007
- Greiff S., Wüstenberg S., Csapó B., Demetriou A., Hautamäki J., Graesser A. C. & Martin R. (2014). "Domain-General Problem Solving Skills and Education in the 21st Century". *Educational Research Review* 13 (2014) 74-83. doi:10.1016/j.edurev.2014.10.002
- Güss C. D., Tuason M. T. & Gerhard C. (2009). "Cross-National Comparisons of Complex Problem-Solving Strategies in Two Microworlds". *Cognitive Science* 34/3 (2009) 489-520. doi:10.1111/j.1551-6709.2009.01087.x
- Güss C. D. (2011). "Fire and Ice: Testing a Model on Culture and Complex Problem Solving". *Journal of Cross-Cultural Psychology* 42/7 (2011) 1279-1298. doi:10.1177/0022022110383320
- Hagemann N. & Kirschke S. (2017). "Key Issues of Interdisciplinary NEXUS Governance Analyses: Lessons Learned from Research on Integrated Water Resources Management". *Resources* 6/1 (2017) 9-16. doi:10.3390/resources6010009
- Hagemann V. & Kluge A. (2017). "Complex Problem Solving in Teams: The Impact of Collective Orientation on Team Process Demands". *Frontiers in Psychology* 8 (2017) 1730-1748. doi:10.3389/fpsyg.2017.01730
- Huber O. (1994). "Decision Behavior in a Multistage Investment Task". *Acta Psychologica* 85/2 (1994) 139-154. doi:10.1016/0001-6918(94)90029-9
- Kirschke S., Newig J., Völker J. & Borchardt D. (2017). "Does Problem Complexity Matter for Environmental Policy Delivery? How Public Authorities Address Problems of Water Governance". *Journal of Environmental Management* 196 (2017) 1-7. doi:10.1016/J.JENVMAN.2017.02.068
- Kröner S., Plass J. L. & Leutner D. (2005). "Intelligence Assessment with Computer Simulations". *Intelligence* 33/4 (2005) 347-368. doi:10.1016/J.INTELL.2005.03.002
- Marshall S. P. (2009). "Re-Imagining Specialized STEM Academies: Igniting And Nurturing Decidedly Different Minds, by Design". *Roepers Review* 32/1 (2009) 48-60. doi:10.1080/02783190903386884
- Merton R. K. (1957). "Priorities in Scientific Discovery: A Chapter in the Sociology of Science". *American Sociological Review* 6 (1957) 635-659. doi:10.2307/2089193
- Nair K. U. & Ramnarayan S. (2000). "Individual Differences in Need for Cognition and Complex Problem Solving". *Journal of Research in Personality* 34/3 (2000) 305-328. doi:10.1006/JRPE.1999.2274
- "PISA 2015". (2019, April 15) Kaynak: <http://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus.pdf>
- Schoppek W. & Fischer A. (2017). "Common Process Demands of Two Complex Dynamic Control Tasks: Transfer is Mediated by Comprehensive Strategies". *Frontiers in Psychology* (2017) 8 2145-2157. doi:10.3389/fpsyg.2017.02145
- Schult J., Stadler M., Becker N., Greiff S. & Sparfeldt J. R. (2017). "Home Alone: Complex Problem Solving Performance Benefits from Individual Online Assessment". *Computers in Human Behavior* 68 (2017) 513-519. doi:10.1016/J.CHB.2016.11.054

- Schweizer F., Wüstenberg S. & Greiff S. (2013). "Validity of the MicroDYN Approach: Complex Problem Solving Predicts School Grades Beyond Working Memory Capacity". *Learning and Individual Differences* 24 (2013) 42-52. doi:10.1016/J.LINDIF.2012.12.011
- Sinnott J., Tobin E., Chrzanowska E. & Hilton S. (2017). "The Relationship between Attachment Style and Postformal Thought". *Journal of Adult Development* 24/4 (2017) 239-251. doi:10.1007/s10804-017-9262-0
- Sonnleitner P., Brunner M., Keller U. & Martin R. (2014). "Differential Relations between Facets of Complex Problem Solving and Students' Immigration Background". *Journal of Educational Psychology* 106/3 (2014) 681-695. doi:10.1037/a0035506
- Steiner G. & Posch A. (2006). "Higher Education for Sustainability by means of Transdisciplinary Case Studies: An Innovative Approach for Solving Complex, Real-World Problems". *Journal of Cleaner Production* 14/9-11 (2006) 877-890. doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2005.11.054
- "The Future of Jobs Report 2018 Insight Report Centre for the New Economy and Society". (2019, April 15). Kaynak: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs\\_2018.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf)
- Weigelt C. & Sarkar M. (2012). "Performance Implications of Outsourcing for Technological Innovations: Managing the Efficiency and Adaptability Trade-Off". *Strategic Management Journal* 33/2 (2012) 189-216. doi:10.1002/smj.951
- Wenke D., Frensch P. A. & Funke J. (2005). "Complex Problem Solving and Intelligence: Empirical Relation and Causal Direction". Ed. R. J. Sternberg & J. E. Pretz. *Cognition and Intelligence: Identifying the Mechanisms of the Mind* (2005) 160-187. New York.
- Wüstenberg S., Stadler M., Hautamäki J. & Greiff S. (2014). "The Role of Strategy Knowledge for the Application of Strategies in Complex Problem Solving Tasks". *Technology, Knowledge and Learning* 19/1-2 (2014) 127-146. doi:10.1007/s10758-014-9222-8