

Analojik Akıl Yürütmenin Önemi ve Eğitimdeki Rolü

The Importance of Analogical Reasoning And Its Role in Education

Dilek Başerer¹, Zeynep Başerer Berber^{2*}, Ekrem Ziya Duman³

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Felsefe Bölümü, Samsun, Türkiye.

²Atatürk Üniversitesi, Oltu Beşeri ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Sosyal Hizmet Bölümü, Erzurum, Türkiye.

³Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Türkçe ve Sosyal Bilimler Eğitimi Bölümü, Ankara, Türkiye.

Orcid: D. Başerer (0000-0001-7098-3645), Z. Başerer-Berber (0000-0002-5422-8532), E.Z. Duman (0000-0002-1965-1378)

Özet: Analojik akıl yürütme veya analogi yoluyla argüman oluşturma, iki veya daha fazla şeyin bazı açılardan benzer olduğu sonucuna varılan belirli bir düşünme biçimidir. Analojik akıl yürütme; sınıflandırma, öğrenme, problem çözme ve yaratıcı düşünme ile ilgili olarak bilişsel gelişimin temel yapı taşı oluşturmaktadır. Ayrıca insanın akıl yürütmesinin her zaman içeriksiz genel çıkarsama kurallarına göre çalışmadığı, daha ziyade belirli bilgi yapılarına bağlı olduğu ve içinde bulunduğu bağlamdan büyük ölçüde etkilendiği gerçeğiyle ilgilidir. Analojik akıl yürütme, yalnızca bilinen bir alandan bilgi aktararak yeni bir alanın etkili bir şekilde öğrenilmesine izin vermekle kalmayıp, aynı zamanda alanlar arasında ilkelerin fark edilmesi ve soyutlanmasına teşvik etmektedir. Eğitim ortamında analojik akıl yürütme, öğrencilerin karşılaştıkları bir problemi önceki örneklere dayanarak çözmesini, belirli bir dizi sorundan ayrıntıların çıkarılmasını, yapısal benzerliklerin karşılaştırılması ve çözülmesi ile daha önce farklı alanlar arasındaki ortak noktaların çıkarılmasını içermektedir. Dolayısıyla bu düşünme biçimini hem doğuştan gelen bir yetenek hem de geliştirilebilecek temel bir öğrenme mekanizması olarak ifade etmek mümkündür. Bütün bunlar göz önüne alındığında analojik akıl yürütmenin bireyler için oldukça önemli olduğu ve eğitimde rol aldığı görülmektedir. Yapılan bu çalışma ile analojik akıl yürütmenin önemi ve eğitimdeki rolünün vurgulanması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Akıl yürütme, analojik akıl yürütme, eğitim

Abstract: Analogical reasoning, or argument-making by analogy, is a specific way of thinking in which two or more things are concluded to be similar in some respect. Analogical reasoning constitutes the basic building block of cognitive development regarding classification, learning, problem-solving, and creative thinking. It also relates that human reasoning only continuously operates according to contentless general inference rules. Instead, it depends on specific knowledge structures and is greatly influenced by the context in which it occurs. Analogical reasoning allows effective learning of a new field by transferring knowledge from a known field and encourages the recognition and abstraction of principles across fields. Analogical reasoning in the educational setting involves students solving a problem they encounter based on previous examples, extracting details from a given set of problems, comparing and solving structural similarities, and extracting common points between previously different fields. Therefore, it is possible to express this thinking as both an innate ability and an essential learning mechanism that can be developed. Considering all these, analogical reasoning is very important for individuals and plays a role in education. This study emphasizes the importance of analogical reasoning and its role in education.

Keywords: Reasoning, analogical reasoning, education

1. Giriş

Akıl yürütme, insanoğlunun “bilinen” yardımıyla “bilinmeyi” kavramasını sağlayan bir araçtır. Ayrıca akıl yürütme Inhelder ve Piaget (1958) tarafından anlamlı bilgilere (dilsel veya algısal) dikkat edilen nokta ile bu bilgilere dayalı olarak bir veya daha fazla sonuç çıkarılan nokta arasında gerçekleşen süreç olarak da ifade edilir.

Akıl yürütme konusunda teorik anlamda fikir birliği-

nin olmasına rağmen, 20. yüzyılın ortalarında, İngiliz Psikolog Peter Wason insani akıl yürütmenin mantıksal yeterlilikten ayrıldığını fark ederek bazı fikir ayrılıklarını ifade etmiştir. Konuyla ilgili olarak Wason iki tespit bulunmuştur. Birinci tespiti bazı akıl yürütme görevlerinin zeki bireylerde yanlış stratejiler ortaya çıkartmasıyla ilgiliyken, ikinci tespiti ise akıl yürütmenin kişiden kişiye ve problemlen probleme farklılık göstermesiyle ilgilidir (Wason & Brooks, 1979). Wason bu buluşu ile mantıksal

* İletişim Yazarı / Corresponding author. Eposta/Email : zeynep.baserer@atauni.edu.tr

Geliş Tarihi / Received Date: 14.10.2023 — Kabul Tarihi / Accepted Date: 13.12.2023

doi: 10.32329/uad.1376052

bir sorunun içeriğinin sözcüklerin anlamları ve birbirleriyle ilişkilerinin biçimsel yapıları kadar önemli olduğunu ortaya koymuştur. Modern araştırmacılar, Ortodoks mantığının rasyonel çıkarım için yetersiz bir temel olduğuna dair inançlarında neredeyse aynı düşünceyi benimsemişlerdir (Johnson-Laird, 2010). Bu ise insan rasyonalitesine yeni çerçeveler sunmuştur. Öyle ki bazı çerçeveler rasyonaliteyi, olasılıksal çıkarım dili kullanılarak en iyi şekilde resmileştirilen optimal muhakeme (akıl yürütme) belirsizliği olarak nitelendirmiştir (Griffiths, Chater, Kemp, Perfors & Tenenbaum, 2010; Oaksford & Chater, 2007, 2009). Bununla birlikte bazı çerçeveler de rasyonaliteyi akıl yürütmenin altında yatan zihinsel süreçleri açıklamak, insanların akıl yürütmek için dünyanın zihinsel simülasyonlarını-zihinsel modelleri- nasıl inşa ettiklerini anlama (Johnson-Laird, 2006; Johnson-Laird, Khemlani, & Goodwin, 2015) olarak nitelendirmiştir. Bu süreç uzamsal-zamansal akıl yürütme (Ragni & Knauff, 2013), neden ve sonuç hakkında akıl yürütme (Waldmann, 2017) ve argümantasyon (Hahn & Oaksford, 2007; Mercier & Sperber, 2011) gibi çok çeşitli akıl yürütme davranışlarının araştırılmasını motive etmiştir. Ancak insanların mantığa dayalı olarak akıl yürüttükleri görüşünü tersine çevirmek için, mantığın yerine uygun bir yer değiştirmenin gerekli olduğu ve psikologlar bu yer değiştirmenin ne olması gerektiği konusunda kesin bir mutabakata varamamışlardır (Johnson-Laird, Khemlani & Goodwin, 2015; Stanovich, West, & Toplak, 2016; Tenenbaum, Kemp, Griffiths & Goodman, 2011). Analojik akıl yürütme de bu anlaşma konusunda temel sorunlardan birisi olarak ortaya çıkmıştır.

Analojik akıl yürütme veya analogi yoluyla argüman oluşturma, iki veya daha fazla şeyin bazı açılardan benzer olduğu sonucuna varılan belirli bir düşünme biçimidir. Bu akıl yürütme türü, insan düzeyindeki çeşitli akıl yürütme mekanizmalarını entegre etmekte, analogik düşünme yoluyla tartışmayı sağlamakta, bilgiyi belirli bir varlıktan (analog/benzer veya kaynak) diğerine (hedef) aktaran analogileri ve bunları ilişkilendirme sürecine karşılık gelen dilbilimsel biçimi kullanmaktadır. Bir çıkarım olarak analogiler, varsayımsal önermelere veya gözlemlere buluşsal yöntemler uygulayarak ve sonraki mantıksal adımları veya kalıpları sezgisel bir şekilde ortaya koyarak sonuçlar çıkarmaya izin vermektedir.

Analoji, mantıksal açıdan tümevarım, tümdengelim gibi akıl yürütme türleri içerisinde yer alan bir akıl yürütme yöntemidir. Bu akıl yürütme yöntemlerinden olan analogik akıl yürütme ise diğer akıl yürütme yöntemlerinden farklılık göstermektedir. Bu farklılıkları örneklerle açıklamak gerekirse; genelden yola çıkarak özel hakkında bilgi veren tümdengelim akıl yürütmeye “Bütün insanlar ölümlüdür. Ayşe bir insansa, Ayşe ölümlüdür.” şeklinde örnek verilebilir. Buna karşılık, özelden yola çıkarak genel hakkında bilgi edinilmesini sağlayan tümevarımsal akıl yürütmeye; “Kışın genellikle kar yağar. Şimdi kış. Kar yağma olasılığı yüksek.” şeklinde örnek vermek mümkündür. Verilen ifadelere ve geçmiş deneyimlerden alınan benzer sonuçlara dayanan analogik akıl yürütme-

ye ise; “Okyanustaki bir köpekbalığı ormandaki bir kurt gibi davranır. Hayvanların yırtıcı hayvanlara benzerliği nedeniyle, her iki durumda da benzer davranışlar beklenir.” şeklinde örnek verilebilir. Örneklerden de anlaşılacağı üzere tümdengelim ile tümevarımın aksine, analogiler belirli özellikleri ilişkilendirmeye odaklanmakta ve farklı kavramlar arasında bağlantı kurmaya yardımcı olmaktadır. Bununla birlikte analogiler, anlaşılabilir bir alandan tanıdık olmayan veya doğrudan algılanmayan bir alana bilgi aktardığı için öğrenme veya problem çözme gibi günlük uygulamalarda da kullanılmaktadır. Ayrıca analogiler, nedensellik ve farklılıkları anlamak için temel sağlamakta ve soyutlama yoluyla yeni kavramsal bilgi ve genel ilkelerin yenilikçiliğini ve yaratıcı öğrenimini kolaylaştırmaktadır (Dunbar, 2001).

Analoji pek çok bilimin faydalandığı bir akıl yürütme yöntemidir. Nitekim; Boyle'nin elastik gaz parçacıklarını hareket eden sarmal yaylar olarak hayal etmesi, Huygens'in ışığın dalga benzeri olduğunu teorileştirmek için su dalgalarını kullanması, Carnot'un ısı makinelerini şelalelerle karşılaştırması, Coulomb'un Newton'un yasasına benzer şekilde yerçekimi kanunu ele alması gibi çeşitli bilimlerde analogilerden yararlandığı görülmektedir (Podolefsky ve Finkelstein, 2006). Bunların dışında buhar kuvveti hesaplanırken, bunun önceden bilinen beygir kuvveti, rüzgar kuvveti gibi kuvvet kaynaklarına benzerliği düşünülmesi ve onlarla ölçülmesi, akciğerle solungacın, kuş kanadıyla balık kanadının birbirine benzemesi birer analogi örneği oluşturmaktadır (Topçu, 2001, s. 83). Ayrıca Saint-Hilaire, analogik akıl yürütme sayesinde insanların kolları ile dört ayaklı hayvanların ön ayakları arasındaki benzerlikten, kuşun kanadı ve balığın yüzgeçleri arasındaki benzerliğe ve diğer hayvanlardaki ciğerlerle balıklardaki solungaçların benzerliğinden, böceklerdeki bronşlarla bitkilerdeki yaprakların benzerliğine geçmiştir. Pasteur ise analogik akıl yürütme ile mayalanma olayı ile bütün mikropların keşfedilmesini sağlamıştır (Taylan, 2011, s. 247).

Yapılan çalışmalara bakıldığında analogik akıl yürütme sadece bilimde değil aynı zamanda eğitimde de kullanılmaktadır. Önceki deneyimlerle benzerlikler bulmak için, insan düşüncesinin özünü oluşturan mantıksal bir akıl yürütme türü olarak analogik akıl yürütme, fenomenlerin çok yönlü karakterini kavramaya ve bunlarla uğraşmaya izin verecek şekilde, yaratıcı ancak disiplinli düşünce ve öğrenme için insanın kapasitesini artırmanın bir yolunu bulmayı sağlar. Bu durum da analogik akıl yürütmenin eğitimdeki rolünü gösterir. Analojik akıl yürütmenin eğitimsel değeri ise, yalnızca bilinen bir alandan bilgi aktararak yeni bir alanın etkili bir şekilde öğrenilmesine izin vermek değil, aynı zamanda alanlar arasında ilişkilerin fark edilmesi ve soyutlanmasına teşvik etmektir. Eğitim ortamında analogik akıl yürütme, öğrencilerin karşılaştıkları bir problemi önceki örneklerle dayanarak çözmesini, belirli bir dizi sorundan ayrıntıların çıkarılmasını, yapısal benzerliklerin karşılaştırılması ve çözülmesi ile daha önce farklı alanlar arasındaki ortak noktaların çıkarılmasını içerir (Hofstadter & Sander, 2010).

Bu nedenle analogik akıl yürütmenin bilimlerde olduğu kadar eğitim ortamında ve kişilerin bilişsel gelişiminde etkili olduğu düşünüldüğü için tasarlanan çalışmada bu etkinin öneminin vurgulanması amaçlanmıştır.

1.1. Analogik Akıl Yürütmenin Gelişimi

Analogik akıl yürütme bireylerde erken yaş dönemlerinde ortaya çıkan bir mantıksal akıl yürütme türüdür. Ancak çocukluk dönemindeki akıl yürütmeler geç ergenliğe kadar yetişkinlerle benzerlik göstermemektedir. Bu da çocukluk döneminde bireylerin öğrenme bağlamında analogik düşünceyi fark etmek ve başarılı bir şekilde kullanmak için ek desteğe ihtiyaç duyacakları anlamına gelmektedir (Gentner & Ratterman, 1991; Halford, 1992; Richland, Morrison & Holyoak, 2006). Nitekim yetişkinlere göre çocuklar, alakasız algısal çeldiricileri görmezden gelme konusunda daha fazla güçlük çekmektedir. Ancak bu durum yaş almakla birlikte düzelmektedir. Konuyla ilgili olarak Richland ve arkadaşları (2006), yaptıkları bir çalışmada 3 yaşındaki çocukların iki görsel sahne arasındaki analogik ilişkileri fark edip kullanabilmelerine rağmen, sahnelerde dikkati dağıtan bilgiler dahil edildiğinde yanlış eşleştirme yapma olasılıklarının çok daha yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır. Bununla birlikte, 11 yaşına kadar çocukların dikkat dağıtıcı bilgiler karşısında güvenilir bir şekilde doğru ilişkisel eşleşme de yapabileceklerini göstermişlerdir. Bu ise ilkökul öğrencilerinin analogiden amaçlanan sonucu çıkarabilmeleri için alanlar arasında ilişkisel karşılaştırmalar yapmaya çalışırken yapılandırılmış rehberliğe ihtiyaç duyabileceklerini işaret etmektedir. Söz konusu durum çocukların muhakeme yeteneğinin sorgulanmasının birinci yolunu oluşturmaktadır. Çocukların muhakeme yeteneğinin sorgulanmasının ikinci yolu ise, dünya hakkında genel olarak daha sınırlı bilgilerdir. Belirli konular hakkında daha fazla bilgi ile, algısal bilgilere dikkat etmekten ilişkisel bilgiyi fark etmeye ve kullanmaya yol açmaktadır. Bu durum da ilişkisel bir değişim olarak ifade edilmektedir (Gentner & Ratterman, 1991). Böylece, yerçekiminin doğasını ve güneş sisteminin yörünge modellerini daha iyi anlayan bir öğrenci, elektron atomun doğasını daha iyi tanımlayabilmekte ve temsil edebilmektedir. Bu açıdan bakıldığında, analogik akıl yürütmelerinin çocukluk döneminde geliştiği, çocukların analogik akıl yürütmelerinde hem bilişsel hem de eğitimsel bir etkinin olduğu görülmektedir.

Analogik akıl yürütme, zekâ, belleğe erişim, adaptasyon, öğrenme ve yaratıcılık gibi bilişsel yeteneklerin merkezi bir parçası olarak kabul edilmektedir. Tüm bilişsel etkinliklerde mevcut olan analogik düşünme, bilişin çekirdeği olarak nitelendirilmektedir (Holyoak vd., 2001). Bu nedenle analogik akıl yürütmede bilişsel boyut oldukça önemlidir. Bilişsel bir yapıyı içeren düşünmede analogi, birçok farklı bilişsel görevde kendini gösterir. Bunlardan bazıları; metafor oluşturma (Gentner vd., 2001), kavramsal haritalama yapma (Fauconnier, 2001), çeviri (Hofstadter, 2001), bilimsel akıl yürütme (Dunbar, 2001), yaratıcı tasarım yapma (Ward, 1998), mizah ve empati (Thagard-Shelley, 2001), karar verme ve seçim

yapma (Markman & Page, 2001), matematiksel problem çözüme (Bassok, 2001), üst düzey algı (Hofstadter, 2001), hatırlama (Kokinov & Petrov, 2001) ve bebeksiz taklittir (Goswami, 1993). Analogi kesinlikle biliş için tek temel değildir (Keane & Costello, 2001). Ancak bir bütün olarak ele alındığında, benzetmenin bu çeşitli tezahürlerinin, biliş çekirdeğinin kritik bir parçasını oluşturduğu kesindir. Bazı psikologlar ve bilişsel bilimciler, diğer zihinlerin veya zihinsel durumların varlığından haberdar olabilmek için analogik akıl yürütmenin çok önemli bir mekanizma olduğunu ileri sürmüşler ve bu süreci şöyle temellendirmişlerdir: Diğer insanlar belirli bağlamlarda kendileri gibi davranırlar. Bu bağlamlarda insanlar bu tür davranışlara yol açan zihinsel durumlara sahiptir. Dolayısıyla diğer insanların da (benzetme yoluyla) muhtemelen (benzer veya aynı tür) zihinsel durumları vardır (Guarini vd., 2009, s. 96). Shaw ve Ashle bu durumla ilgili olarak analogik akıl yürütme hakkındaki mantıksal nokta, algılanan benzerliklerin “ne kadar küçük olursa olsun, olumlu bir epistemik gerekçe” sağlamakta olduğunu ve en azından, diğer akılları anlamak için analogi yoluyla elde edilen argümanların çıkarımsal yapıyı oluşturduğunu ifade etmektedirler (Shaw & Ashley, 1983).

Bilişsel bilim alanında çalışan birçok araştırmacıya göre analogik akıl yürütme, sınıflandırma, öğrenme, problem çözüme ve yaratıcı düşünme ile ilgili olarak bilişsel gelişimin temel yapı taşını taşır. Bu düşünce, insanın akıl yürütmesinin her zaman içeriksiz genel çıkarımsal kurallarına göre çalışmadığı, daha ziyade belirli bilgi yapılarına bağlı olduğu ve içinde bulunduğu bağlamdan büyük ölçüde etkilendiği gerçeğiyle ilgilidir. Bu tür bir akıl yürütme sisteminde, öğrenme, sadece var olan bilgilerin üzerine yeni bilgiler ekleyip onlara aynı çıkarım kurallarını uygulama ile gerçekleşmemektedir. Aksine, başarılı öğrenme genellikle bellekte zaten var olan en alakalı bilgi organlarını tanımlama yeteneğine bağlıdır. Böylece bu bilgi yeni bir şey öğrenmenin başlangıç noktası olarak kullanılabilir (Guarini vd., 2009, s. 96).

Analogik akıl yürütme, olması muhtemel olan şeyler arasından, benzerlik vasıtasıyla bir tanesini seçmek, tercih etmektir. Belki de bu sanılar arasında, ruhta daha önce iz bırakmış olanı hatırlamaktır. Analogiler günlük hayatın vazgeçilmez bir parçasıdır. Çünkü herkes farkında olarak veya olmayarak; düşünürken, konuşurken bir durumu ya da olayı açıklamaya çalışırken analogileri kullanmaktadır. Öyle ki Goswami (1993) yaptığı çalışmalarda analogik akıl yürütme kullanımının bebektikten itibaren mümkün olduğunu, küçük çocukların öğrenmede kendiliğinden analogiler kullandıklarını ve analogilerinin bazen onları yanlış anlamalara sürükleyebileceğini savunmaktadır. Oysa ki analogik akıl yürütme, küçük çocukların analogileri çözmeye çalışırken altta yatan farklı sinirsel mekanizmalara güvenmeleri olasılığıyla ortaya çıkmaktadır. Bir başka olasılık da daha küçük çocukların analogileri çözerken daha büyük çocuklarla aynı beyin bölgeleri ağını kullanması, ancak ağa henüz verimli bir şekilde katılmamasıdır. Bu ayrım, küçük çocukların analogik akıl yürütmeye girişmek için gerekli “donanıma

sahip olup olmadıklarını veya öncelikle önemli beyin olgunlaşmasının gerçekleşmesi gerekip gerekmediğini anlamada yardımcı olmaktadır. Tipik gelişim boyunca analojik akıl yürütme üzerine yapılan araştırmalar, çocukların analojik akıl yürütme sırasında 6 yaşına kadar bu sinir ağını geliştirdiğini ortaya çıkarmaktadır (Wendelken, Hare, Whitaker, Ferrer, & Bunge, 2011; Wright, Matlen, Baym, Ferrer & Bunge, 2008). Bu nedenle, çocuklar ilkokula başladıkları zaman, analogileri işlemek için uygun sinir ağına zaten dahil olmaktadır. Bununla birlikte, yapılan araştırmalarda iki önemli gelişimsel farklılık da gözlenmiştir. Bunlardan ilki, çocukların yaşı arttıkça, daha kolay ilişkisel karşılaştırmalar yapabilirlerken önemli beyin bölgelerinin aktivasyonunun azaldığı ile ilgilidir (Wendelken vd., 2011). İkincisi ise yaşı daha büyük olan çocuklar ve ergenlerin, muhakemede merkezi olarak yer alan, ancak diğer beyin bölgeleri arasındaki bağlantıyı azaltan beyin bölgeleri arasında daha güçlü işlevsel bağlantı, yani zamansal bağlantı gösterdikleri ile ilgilidir (Wendelken, Ferrer, Whitaker & Bunge, 2014).

Analojik akıl yürütme sürecinde çocuklar dikkat dağıtıcı şeylere karşı oldukça hassastırlar. Analoginin merkezinde yer alan ilişkiler yerine genellikle algısal özellikleri fark ederler (Gentner & Ratterman, 1998; Richland vd., 2006). Bu ise eğitimcilerin, yaşı küçük olan öğrencilerinin ortak ilişkilere olan ilgilerini en iyi şekilde nasıl destek olabilecekleri sorunu gündeme getirmektedir. Bunu çözmek için eğitimcilerin, çocukların analogilerin faydasını fark etmelerine yardımcı olmaları ve onların parça bütün arasındaki ilişkilere odaklanmalarını sağlayarak algısal ilgilerini desteklemeleri gerekmektedir. Bu noktada etkili bir strateji olarak, analojik ilişkileri vurgulamak önemlidir. Örneğin, ilişkisel olarak benzer parçaları algısal olarak daha benzer hale getirmek için tasarlanan görselleştirmeler, çocukları ilgili ilişkileri işlemeye çekebilmektedir. Konuyla ilgili olarak Gentner, Loewenstein ve Hung (2007)'un yaptıkları çalışmada benzer bulgular mevcuttur. Nitekim araştırmacılar çalışmalarında okul öncesi çocukların çok az algısal özelliği paylaşan örnekleri karşılaştırdıklarında yeni parça adlarını öğrenme olasılıklarının daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Benzer bulgular diğer analojik akıl yürütme görevlerinde de elde edilmiştir (Kotovsky & Gentner, 1996; Namy & Gentner, 2002). Bu bulgular, algısal benzerliklerin genellikle çocukların dikkatini dağıtmasına rağmen, çocukların dikkatini analogiyi oluşturan temel ilişkilere çekerek öğrenmeyi desteklemek için kullanılabilirliğini göstermektedir.

Analojik karşılaştırmalar sadece kaynak ve hedef arasındaki benzerlikleri değil, farklılıkları da vurgulamak için kullanılabilir (Day, Goldstone & Hills, 2010; Markman & Gentner, 1993, 1996; Sagi, Gentner & Lovett, 2012). Örneğin, aynı cebirsel denklemin iki çalışma örneği karşılaştırıldığında; bir durumda, çözüm doğru, diğerinde yanlış olabilir. Öğrenciler, doğru ve yanlış çözümleri karşılaştırarak, etkili ve etkisiz cebirsel problem çözmeyi farklılaştıran çözüm adımlarını belirleyebilirler. Bu tür analojik karşıtıklar, örnekleri birbirinden ayıran

tek bir temel fark dışında, benzer oldukları zaman etkili sonucu vermektedirler (Gentner, Simms & Flusberg, 2009; Jee vd., 2013; Matlen, 2013; Ming, 2009; Smith vd., 2014). Bu sonuçlar, akıl yürütme ağıının ergenlik dönemi boyunca rafine edilmeye devam ettiğini göstermektedir. Bu nedenle, ilkokula başladıklarında çocuklar analojik akıl yürütme için kullanılan beyin ağına sahip olsalar da olgunlaştıkça ve analogilerle akıl yürütme deneyimi kazandıkça, bu ağ sürekli gelişmektedir. Bu durum çocukların yalnızca analojik akıl yürütme yoluyla öğrenme içeriğinden faydalanmakla kalmadığı, aynı zamanda analojik akıl yürütme sistemlerini kullanım yoluyla da eğitilebilecekleri anlamına gelmektedir. Dolayısıyla okul öncesi, anaokulu veya ilkokulun ilk yıllarında temel ilişkisel düşünmeyi (nesnelere arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları tanımlama veya nesne kümelerinde kalıp bulma) teşvik etmek, ilkokul ve sonrasında analojik akıl yürütme için güçlü bir temel oluşturabilmektedir (Green, Briones-Chiongbian, Barrow, Ferrer & Bunge, 2015).

Analojik akıl yürütme, hayatın her döneminde ve alanında insanlara yardımcı olacak unsurları ortaya çıkarmaktadır. Hayat boyunca karşılaşılan herhangi bir durum, önceden karşılaşılan başka bir durumla tamamen aynı değildir. Kişinin hayatta kalma ve öğrenme yeteneği, geçmişte yaşanan ve şimdi karşılaşılan durumlar arasındaki benzerlikleri bulma, geçmişten elde edilen bilgiyi, deneyimi içinde yaşanan an için kullanabilmeye bağlıdır (Orgill, 2003). Günlük hayatta analogilerin kullanımını kişiye yeni nesnelere ve fenomenlere aşına hale getirme yeteneği kazandırır. Örneğin, insanlar yeni bir cep telefonunu eskisine benzer şekilde düşünerek, onu çok daha kolay kullanmayı öğrenebilir. Aslında analojik akıl yürütme, bireylerin alışmaya çalıştıkları yeniliğin belirli karmaşıklıklarını anlamak adına birbirini izleyen ve sonunda tamamlayıcı karşılaştırmalar yaptığı çok yaygın olan bilişsel bir süreçtir. Karakteristik olarak, analogilerin bu bilişsel kullanımı, yeniliğ daha iyi uyan analogu bulmayı amaçlamaz; daha ziyade, yeniliğin ve analogun ne ölçüde benzer olduğunu kontrol etmeye çalışır. Sonrasında yeniliğin eski analogilere tam olarak uymayan diğer ilgili özelliklerini yakalayabilen yeni analoglar bulmak için açık kapı bırakır. Bu bilişsel süreçte, tek bir benzetme tüm işi yapmak anlamına gelmez. Sonuçta, yeni nesneyi tam olarak nitelemek için yeterli olan tek bir benzetme olsaydı, bu uygun bir benzetme değil, bir özdeşlik ifadesi olurdu (Bermejo-Luque, 2012, s. 5).

1.2. Analojik Akıl Yürütmenin Eğitimde Kullanımı

Çocukluk döneminden ileri yaşlara doğru artan analojik akıl yürütme becerisi özellikle eğitim sahasında daha fazla gelişme göstermektedir. Öğretmenlerin tutarlı ve etkili bir strateji ile öğrencileri açıkça ve doğrudan analojik örnekleri karşılaştırmaya teşvik etmeleri bu durumun örneğini oluşturmaktadır. Eğitim ortamında analojik akıl yürütme yöntemi, yeni bir konunun bilinen bilgilerle ilişkilendirilerek öğretilmesidir. Örneğin insan vücudundaki beyaz kan hücreleri, savunma sistemindeki askerler olarak betimlenebilir. Burada beyaz kan hücreleri (yeni bilgi) kavramını öğretmeye yardımcı olması için

askerler benzetmesi (bilinen bilgi) kullanılır. Eğitim sürecinde analogileri kullanmak etkili bir stratejidir. Çünkü öğretmenler yeni konu ile daha önce öğretilenler arasında bağlantılar kurduğunda öğrenciler dersi daha kolay anlayabilirler. Bu konuda beyaz kan hücrelerinin işlevi şöyle açıklanabilir: Beyaz kan hücreleri insanın bağışıklık sisteminin bir parçasıdır. Bir mikrop mikro organizması vücuda girdiğinde, çeşitli enzimlerin etkisiyle hücreler bu mikroorganizmaları sindirmek üzere tetiklenir. Beyaz kan hücrelerini vücuda işgalci yapılara karşı yay, ok veya silah yerine enzimler kullanarak koruyan askerler olarak açıklamak daha kolaydır. Böylece öğrencilerin aşına olduğu analogilerden yararlandıkça bilginin akılda tutulması, geri getirilmesi, bu bilgiye ilişkin herhangi bir sorunun çözülmesi ve öğrenme süreci gelişmektedir (Richland & McDonough, 2010).

Analogileri formüle etme veya çözme çeşitli şekillerde öğrenmeyi sağlamaktadır. Bunlardan ilki, analogi ve uzmanlık gelişimi üzerine literatürden kaynaklanmaktadır. Pek çok disiplinde, bilgiyi ilişkisel sistemler halinde organize etmek için bilişsel çalışma yapmak, disipline ait bilginin daha uzman benzeri bir kavramsallaştırmasını geliştirmenin önemli bir parçasıdır. Bir disiplinde uzman olmayanlar bile disiplin bilgisini birçok ayrı birim olarak temsil etme eğilimindeyken, uzmanlar durumsal hedeflere göre manipüle edilebilecek bağlantılı ilişkisel sistemler olarak büyük bilgi kütlelerini temsil etmekle karakterize edilirler. Bilgi temsillerine yönelik bu çerçevede, gelecekteki öğrenmeyi organize etmeye yönelik çıkarımlara sahiptir ve disiplinsel büyüme ve öğrenme için bir amaç sağlar. Analogi üzerine yapılan diğer çalışmalar, yapı haritalamanın bilişsel çalışmasını yapmanın faydalı bir ürünü olarak şema oluşumuna odaklanmıştır. İki durumda ilişkisel yapıların karşılaştırılması, bir şemanın geliştirilmesini veya karşılaştırılan iki analog arasında tanımlanmış ortaklıkların ilişkisel soyutlanmasını destekleyebilir, böylece paylaşılan ilişkisel ortaklıklar şema olarak depolanır ve bağlamsallaştırılmış ayrıntılar atılabilir. Karşılaştırılan temsiller arasında ilişkisel sistemlerin ortak yönlerini hizalama ve haritalama süreci, ilişkisel sistemlerin hangi yönlerinin ortak temel kavram açısından özellikle merkezi olduğunu ortaya çıkarabilir. Bu akıl yürütme süreci aynı zamanda temsiller arasındaki temel farklılıkların belirlenmesine de yol açabilir. Teorik olarak, belirlenen önemli ortaklıklar veya farklılıklar daha sonra tercihen kodlayan ve akıl yürüten kişi tarafından muhafaza edilecek, bu da daha kolay aktarılabilir ve yeni bağlamlara ve ilişkisel sistemlere uygulanabilir, bağlamdan arındırılmış ilişkilerin korunmasına yol açacaktır (Holyoak, 2012).

Son olarak, analogi yoluyla yapı haritalaması yapmak, kişinin karşılaştırılan ilişkisel sistemlerden birinin veya her ikisinin zihinsel temsillerini yeniden şekillendirerek öğrenmesiyle sonuçlanabilir. Chen ve Klahr, uzmanların bazen bir hedefi açıklamaya yardımcı olmak için kaynak analogları oluşturma eğiliminde olduklarını veya uzak aktarım kaynağı analogunu geri getirebildiklerini, ancak daha da önemlisi, hedef ile kaynak analogu arasındaki

yapı eyleme eyleminin aşağıdaki gibi bir öğrenme deneyimine olanak sağlayabileceğini buldular: Bu da akıl yürütenin temsillerinin kendisini değiştirir. Analogi hem öğrenme aracı hem de öğrenme sonucu olarak ikili rolünü karşılıklı olarak güçlendirmektedir. Yapı haritalama çalışmasının gerçekleştirilmesi, daha uzman benzeri bilgi yapısı ve şemalarının ortaya çıkmasına neden olabilir, bu da daha karmaşık analogileri ve daha üst düzey düşünmeyi güçlendirir (Richland & Simms, 2015). Konuyla ilgili Gick ve Holyoak (1983)'ün üniversite öğrencileriyle yaptıkları çalışmada nihai bir problemi çözmeden önce iki örneği karşılaştırmalarını söylemenin, bir problemi ortaya çıkaran örnekler arasındaki benzerlikleri fark etme olasılıklarını artırdığını bulmuşlardır. Bu ise yaklaşık %50'den %80'e kadar nihai bir soruna çözüm stratejisini oluşturmuştur. Çıkan bu bulguya benzer şekilde cebirsel olarak çalışılmış örnek çözümlerin karşılaştırılması (Rittle-Johnson & Star, 2007), iş görüşmesi stratejileri (Alfieri, Nokes-Malach & Schunn, 2011; Gentner, Loewenstein & Thompson, 2003) biyoloji eğitimi (Gadgil, Nokes-Malach & Chi, 2012; Kurtz & Gentner, 2013) ve yer bilimleri eğitimi (Jee v., 2013) dahil olmak üzere çeşitli alanlarda benzer bulgular elde edilmiştir. Bu ise karşılaştırma yapma pratiğinin, kritik analogik ilişkileri vurguladığını ve böylece öğrencilerin benzer durumları soyutlama ve tanıma yeteneklerini desteklediğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle karşılaştırma sürecini desteklemenin sınıfta başarılı bir analogik akıl yürütme için kritik bir öneme sahip olduğunu söylemek mümkündür.

Öğrencileri etkili karşılaştırmalar yapmak konusunda destekleyebilecek başka araştırmalar da mevcuttur. Bugüne kadarki araştırmalar, bir öğrencinin karşılaştırma sürecinde ne kadar çok kılavuz olursa, analogideki ilişkilere katılma olasılığının o kadar yüksek olduğunu göstermektedir. Bu kılavuz, karşılaştırma sürecini (Catrambone & Holyoak, 1989) veya görsel yardımcıları (Richland & McDonough, 2010) açıkça yapılandıran soru sistemleri şeklini alabilir. Örneğin, Matlen, Vosniadou, Jee ve Ptouchkina (2011) yaptıkları çalışmada, kavramları açıklayan metin pasajlarına hem kaynağın hem de hedefin görsel temsilleri eşlik ettiğinde, ilköğretim çağındaki öğrencilerin temel yerbilimi kavramlarını öğrenme ve akılda tutma olasılıklarının daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Yerbilimi kavramlarını tanımlarken hem kaynağı hem de hedefi görsel olarak sunmak, öğrencileri iki alan arasında ilişkisel karşılaştırmalar yapmaya teşvik etmiş, her alan hakkında bilgiyi hatırlamak zorunda olan bilişsel çabayı azaltmış ve yeni kavramları anlamaya çalışırken hangi karşılaştırmaların önemli olduğunu netleştirmiştir. Benzer şekilde, diğer çalışmalar (Christie & Gentner, 2010; Rittle-Johnson & Star, 2007) da kaynak ve hedefin görüntüleri sırayla değil aynı anda görüntülendiğinde analogik akıl yürütmenin geliştirildiğini ileri sürmüştür. Ayrıca, görüntülerin ilişkisel olarak karşılık gelen parçaların doğrudan hizalanacak şekilde düzenlenmesinin, analogilerin işlendiği hızı ve doğruluğunu optimize edebileceğini de ileri sürülmektedir (Matlen, Gentner & Franconeri, 2014). Bu tür görsel destekler, ilişkisel benzerliğe dikkat çeken açık görsel ipuçları sağlanarak daha da geliştirile-

bilir. Örneğin, Richland ve McDonough (2010) lisans öğrencilerine, problemler arasında ileri geri hareket etme ve örneğin görsel ipucunu içermeyen karşılaştırmalara karşı ana tam görünümü depolamasına izin verme gibi görsel ipucunu içeren permütasyon ve kombinasyon problemlerine örnekler veren bir çalışma gerçekleştirmiştir. Görsel ipucu ile problemler üzerinde çalışan öğrencilerin zor transfer problemlerinde başarılı olma olasılıkları daha yüksek çıkmıştır. Öğretim sırasında görsel ipuçları sağlamanın sezgisel çekiciliğine rağmen, araştırmalar, Amerikalı öğretmenlerin Doğu Asyalı meslektaşlarıyla karşılaştırıldığında bu tür ipuçlarını sağlama olasılığının daha düşük olduğunu bulmuştur (Richland, Zur & Holyoak, 2007). Bu durum da öğretmenlerin kendilerini geliştirme fırsatı olduğunu göstermektedir. Bu gelişim de analojik akıl yürütmeyle yapılan sınıf etkinlikleri ile gerçekleştirilebilir.

Analojik akıl yürütmenin entegre edildiği sınıf etkinliklerinden bazıları nesne ilişkilendirmesi, boşluk doldurma, kelime ilişkilendirmesi ve öğrenmeyi bağlamsallaştırma etkinlikleridir. Bu etkinliklerin analojik akıl yürütme ile olan ilişkisini ayrıntılandırmak için her biri örnekle açıklanmaktadır. Bu örnekler eğitim sürecinde kullanılabilecek analojik akıl yürütme örneklerini temsil etmektedir.

Nesne İlişkilendirmesi: Sınıfta bir nesne gösterilir ve öğrencilerden nesnenin belirli bir kavrama hem benzer hem de farklı olduğu düşünmeleri istenir.

Örnek: Analojilerin destekleyici rolü, tanıdık ve alışılmadık kavramların benzer bileşenlerini yapısal olarak hizalamaktır. Ancak öğrencilerin farklılıkları aktif olarak keşfetmelerine izin vermek, onların iyi düşünülmüş analojilerin bile bir yerlerde işe yaramadığının farkına varmalarını sağlar. Öğrencilere tabula rasa (boş levha) kavramını öğretirken, öğrencilerin öğretmenin eylemlerini bir kişinin gelişim geçmişini oluşturan yaşam deneyimlerinin sembolü olarak görmeye başlayacakları beklentisiyle sınıfın önünde bir eskiz ekranı kullanılır. Bununla birlikte, istenildiği zaman silkelenebilen eskizin aksine, öğrenciler genellikle yaşam deneyimlerinin hem olumlu hem de zararlı etkilerinin gelişimin gidişatını belirlemede kümülatif olduğunu düşünürler. Böylece analojik akıl yürütme ile öğrenciler farklılıkları da keşfetmiş olur (Mayo, 2019).

Boşluk Doldurma: Öncelikle öğrencilere kısmi bir benzetme örneği sunulur. Daha sonra bu örnekte yer alan boşluğu öğrencilere tamamlatma şansı verilir.

Örnek: Bir kavramın ne zaman diğerine benzediğini belirlemek analojik akıl yürütmenin somut örneğidir. Örneğin, fen bilimlerine giriş dersinde bir hücrenin organizasyonel sınırlarını öğretirken, öğretmen şu kısmi benzetmeyi yapabilir: Hücre zarı _____ gibidir. Bir öğrenci «Oreo kurabiyesi» yanıtını verirse eğitmen «Neden?» diye sorabilir. Uygulanabilir bir cevap, hücre zarının, krema dolgusu olarak kolesterol içeren bir

Oreo kurabiyesinin fosfolipit çift katmanına benzemesi olabilir (Glynn, 1991). Yine, öğrencilerin analoğun (Oreo kurabiyesi) hedeften (hücre zarı) farklı olmasının nasıl kanıtlandığını ortaya çıkarmaya teşvik edilmesi gerekir.

Kelime İlişkilendirmesi: Sınıfa bir terim sunulur. Daha sonra öğrencilerden bu terimle ilişkilendirdikleri diğer kelimeleri üretmeleri ve gerekçelendirmeleri istenir.

Örnek: Bu yaklaşımda öğrenciler, henüz anlamadıkları (yabancı oldukları) kavramları açıklığa kavuşturmak için zaten anladıkları (tanıdık) kavramlara güvenirlir. Örnek vermek gerekirse, 'bilinç akışı', psikoloji, sözlü iletişim ve gazetecilik dahil olmak üzere disiplinler arası öğretici çıkarımları olan bir terimdir. Başlangıçta tasarlandığı şekliyle (James, 1890/1950), bu metaforik ifade, insan bilincinin günün her saatinde, hatta hayal kurma, uyku ve rüya görme gibi farklı durumlarda bile meydana geldiğini vurgular. Öğrenciler, kelime ilişkilendirme görevi çerçevesinde, 'bilinç akışı' kavramın özünü yakalamak için akışla ilgili kelimeleri (örneğin, akış, bitmeyen, kesintisiz) sunabilirler.

Öğrenmeyi Bağlamsallaştırma: Ders içeriğiyle ilgili tanınmış bir kişinin adını kullanarak öğrencilerden, çalışmalarını yürüten o kişinin gerçekte kendileri olduğunu hayal etmeleri istenir. Öğrencilere, bu çalışmayla ilgili olarak o kişi olmayı nasıl hissedebilecekleri sorulur.

Örnek: Öğrencilerin yeni bilgileri belirli bir bağlamda (örneğin, başka birinin bakış açısına veya deneyimlerine göre) anlamlandırarak işlenmesidir. Burada öğretmenlerin, öğrencilerden çalışmalarını ele almayı planladıkları ünlü kişinin yerine «kendilerini» koymalarını istemesi durumu vardır. Örneğin bir öğretmen, fizik dersinde çıkarı açan bir teoriyi tartışmadan önce sınıfa şu soruyu sorabilir: «Eğer Albert Einstein olsaydınız, görelilik teorisi üzerinde çalışmaya ne dersiniz?» Yanıt verirken dikkatli bir şekilde düşünmek, öğrencilerin Einstein'ın çalışmalarına ilişkin anlayışlarını, bu teoriyi önerdiği dönemde ortaya çıkan kişisel ve sosyo-tarihsel imalara dayalı olarak bağlamsallaştırmalarına yardımcı olabilir. Bu etkinliği yapmadan önce, katkıda bulunan kişinin hayatı ve yaşadığı dönemi içeren mini biyografik bir taslağın okunması başarı olasılığını arttırmaktadır (Mayo, 2019).

Verilen örneklere göre analojik akıl yürütmenin eğitim sürecinde etkili bir şekilde kullanılması dersleri zevkli ve eğlenceli hale getirerek öğrencinin derse katılımını, merakını, performansını ve memnuniyetini artırabileceği görülmüştür. Ayrıca analojilerin ders içinde kullanımı öğrencileri motive etme, öğrencilerin düşüncelerini netleştirme, kavram yanlışlarının üstesinden gelme ve öğrencilere soyut kavramları görselleştirme yolları sunma konusunda da etkili olduğu görülmektedir. Bununla birlikte analojilerin uygun şekilde kullanılması, öğrencilerin anlamlı öğrenmesini ve kavramsal gelişimini de desteklediği anlaşılmaktadır (Çakır & Azizoğlu, 2012; Çetingül & Geban, 2005; Rule & Furletti, 2004; Sarantopoulos & Tsapalis, 2004; Şaşmaz-Ören ve diğerleri, 2010).

2. Sonuç

Analojik akıl yürütme, karşılaştırılabilen ve haritalandırılabilen yapılandırılmış ilişkiler sistemleri olarak anlama yeteneğini içeren bir düşünme biçimidir. Bu düşünce biçimi gerek matematik ve fen bilimleri gerek ise sosyal bilimler gibi çeşitli disiplinler arasındaki bağlamların gözden geçirilmesi yoluyla uygulamaya yönelik anlayış geliştirmek için önem arz etmektedir. Söz konusu disiplinlerde analogi, kavramların birbirlerine bağlanabilmesi ve esnek bir şekilde manipüle edilebilen ilişkiler sistemlerinin anlaşıldığı üst düzey disiplin bilgisinin geliştirilebilmesi için esastır. Ancak bunu gerçekleştirebilmek için analogik akıl yürütme, 21. yüzyılın teknoloji açısından zengin ve giderek küreselleşen eğitim ortamlarına entegre etmek gerekmektedir. Çünkü eğitim ortamlarına entegre edilen analogik akıl yürütme sayesinde öğrenciler ilişkisel düşünmenin önemini fark edebilmekte, ilişkileri zihinsel olarak tutabilmekte ve manipüle etmek için yeterli işleme kaynaklarına sahip olabilmektedirler. Bunlara ek olarak analogik akıl yürütme sayesinde öğrencilerin hem kısa süreli hafızaları hem de uzun süreli hafızaları gelişebilmektedir. Dolayısıyla bir kavramı veya olguyu öğretmek için analogiden yararlanmak veya öğrencilerden kendi analogilerini geliştirmelerini istemek öğrencilerin bir konuyu kavrama, hatırlama ve anlamasında artış gözlenmesini sağlayacaktır.

Analojiler, öğrencinin sadece halihazırda bildikleri açısından yeni materyalin yapısını anlamasına yardımcı olmakla kalmamaktadır. Bunlara ek olarak öğrenilmekte olan yeni materyalin temel özelliklerine ve kavramsal sınırlarına dikkat çekmeye de yardımcı olmaktadır (Orgill ve Bodner, 2003). Öğrencinin yeni materyalin ustalaşabi-

leceği bir şey olduğuna olan inancını arttırarak da motive edici olması muhtemeldir. Çünkü analogi, öğrencinin zaten ustalaştığı bir şeymiş gibi hissetmesini sağlamaktadır (Pintrich, Marx ve Boyle, 1993).

Analojiler, bellekte depolanan tanıdık, ilişkisel olarak benzer bağlamlara ilişkin bilgileri kullanarak yeni karşılaşmaları yeniden çerçevelemeyi içerir. Bellek, yeni bir uyarının “bağlanabileceği” mevcut bir çerçeveye veya özümleyici bir bağlama sahip olması durumunda daha kolay hatırlanmasını sağlar. Çerçeve ne kadar yerleşik olursa, teşvike daha sonra o kadar kolay erişilebilir olacaktır. Bu aynı zamanda daha karmaşık ilişkisel kavramlar ve olgular için de geçerlidir. Örneğin, öğrencilerin analogi aracılığıyla bilinen elementleri (havuz işareti, bilyardo topu) yeni elementlerle (nötron, emisyon kaynağı) karşılaştırarak nükleer fizyonu anlamaları gibi. Böyle bir benzetme oluşturmak, öğrenciye, fizyondaki unsurlar arasındaki yapısal ilişkileri bütünleştirmesi ve temsil etmesi için bilişsel bir çerçeve sağlayacaktır.

Sonuç olarak analogik akıl yürütme hem benzerliklerden hareketle genel yargılara ulaşmak hem de anlaşılmayan konularda daha rahat ve kolay anlamayı sağlamak adına etkili bir akıl yürütme biçimidir. Bu farkındalık, son yıllarda araştırma faaliyetlerinde bir artışa yol açarak, analogik işleme anlayışında büyük kazanımlara yol açmıştır. Ancak hâlâ daha analoginin günlük öğrenme ve akıl yürütmede nasıl işlediğini daha iyi anlamak gerekmektedir. Bunu da ancak eğitimdeki rolü ve genel önemi üzerinde durularak yapmak mümkündür. Yapılan bu çalışma ile analogik akıl yürütmenin önemi ve eğitimdeki rolü vurgulanarak konu ile ilgili yapılacak başka çalışmaların temeli atılmış olacaktır.

Kaynakça

- Alfieri, L., Nokes-Malach, T. J., & Schunn, C. D. (2011). Learning through case comparisons: A meta-analytic review. *Educational Psychologist*, 48, 87–113.
- Bassok, M. (2001). Semantic alignments in mathematical word problems. *The Analogical Mind: Perspectives from Cognitive Science*, 401–433.
- Bermejo-Luque, L. (2012). A unitary schema for arguments by analogy. *Informal Logic*, 32 (1), 1-24.
- Catrambone, R., & Holyoak, K. J. (1989). Overcoming contextual limitations on problem-solving transfer. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15, 1147–1156.
- Christie, S., & Gentner, D. (2010). Where hypotheses come from: Learning new relations by structural alignment. *Journal of Cognition and Development*, 11, 356–373.
- Çakır, C. & Azizoğlu, N. (2012, 4-7 Mayıs). *Maddeyi oluşturan tanecikler konusunun analogilerle destekli öğretiminin öğrencilerin akademik başarısına etkisi*. IV. Uluslararası Türkiye Eğitim Araştırmaları Kongresi, İstanbul.
- Çetingül, P. İ. & Geban, Ö. (2005). Understanding of acid-base concept by using conceptual change approach. *Hacettepe University Journal of Education*, 29, 69-74.
- Day, S., Goldstone, R., & Hills, T. (2010). Effects of similarity and individual differences on comparison and transfer. In R. Catrambone & S. Ohlsson (Eds.), *Proceedings of the 33rd annual meeting of the Cognitive Science Society*. Austin, TX: Cognitive Science Society.
- Dunbar, K. (2001). The analogical paradox: Why analogy is so easy in naturalistic settings yet so difficult in the psychological laboratory. *The Analogical Mind: Perspectives from Cognitive Science*, 313-334.
- Fauconnier, G. (2001). Conceptual blending and analogy. *The Analogical Mind: Perspectives from Cognitive Science*, 255-286.
- Gadgil, S., Nokes-Malach, T. J., & Chi, M. T. H. (2012). Effectiveness of holistic mental model confrontation in driving conceptual change. *Learning and Instruction*, 22, 47–61.
- Gentner, D., Loewenstein, J., & Hung, B. (2007). Comparison facilitates children's learning of names for parts. *Journal of Cognition and Development*, 8, 285–307.
- Gentner, D., Loewenstein, J., & Thompson, L. (2003). Learning and transfer: A general role for analogical encoding. *Journal of Educational Psychology*, 95, 393–408.
- Gentner, D., & Ratterman, M. J. (1991). Language and the career of similarity. In S. A. Gelman & J. P. Byrnes (Eds.), *Perspectives on thought and language: Interrelations in development* (pp. 225–277). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Gentner, D., Brian, B., Phillip, W., & Consuelo, B. (2001). Metaphor is

- like analogy, *The Analogical Mind: Perspectives from Cognitive Science*, 199-253.
- Gentner, D., Simms, N., & Flusberg, S. (2009). Relational language helps children reason analogically. In N. A. Taatgen & H. van Rijn (Eds.), *Proceedings of the 31st annual conference of the Cognitive Science Society* (pp. 1054–1059). Amsterdam, The Netherlands: Cognitive Science Society.
- Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15, 1–38.
- Glynn, S. M. (1991). *Explaining science concepts: A teaching-with-analogies model*. In S. M. Glynn, R. H. Yeany, & B. K. Britton (Eds.), *The psychology of learning science* (pp. 219–240). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Glynn, S. M. (1991). Explaining science concepts: A Teaching-with-Analogies Model. In S. M. Glynn, R. H. Yeany, & B. K. Britton (Eds.), *The psychology of learning science* (pp. 219-240). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Glynn, S. M., Law, M., & Doster, E. C. (1998). Making text meaningful: The role of analogies. In C. R. Hynd (Ed.), *Learning from text across conceptual domains* (pp. 193-208). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Goswami, U. (1993). *Analogical Reasoning in Children*, Psychology Press.
- Green, C. T., Briones-Chiongbian, V., Barrow, M., Ferrer, E., & Bunge, S. A. (2015). *At the proximal zone of development: Reasoning predicts future mathematics achievement at all grade levels*. Manuscript submitted for publication.
- Griffiths, T. L., Chater, N., Kemp, C., Perfors, A., & Tenenbaum, J. B. (2010). Probabilistic models of cognition: Exploring representations and inductive biases. *Trends in Cognitive Sciences*, 14 (8), 357–364.
- Guarini, M., Amy, B., Paul S. S. & Andrei, M. (2009). Resources for research on analogy: A Multi-disciplinary guide, *Informal Logic*, 29 (2), 84-197.
- Hahn, U., & Oaksford, M. (2007). The rationality of informal argumentation: A Bayesian approach to reasoning fallacies. *Psychological Review*, 114, 704–732
- Halford, G. S. (1992). Analogical reasoning and conceptual complexity in cognitive development. *Human Development*, 35, 193–217.
- Hofstadter, D.R. (2001). "Epilogue: Analogy as the Core of Cognition". In D. Gentner, K. J. Holyoak and B.N. Kokinov (ed.), *The Analogical Mind: Perspectives from Cognitive Science*. Cambridge, MA: MIT Press/Bradford Book.
- Hofstadter, D. & Sander, E. (2010). *The Essence of Thought*, New York: Basic Books.
- Holyoak, K. J., Gentner, D. & Kokinov, B. N. (2001), "Introduction: The place of analogy in Cognition," in *The Analogical Mind: Perspectives from Cognitive Science*, Dedre Gentner, Keith J. Holyoak, and Boicho N. Kokinov, eds. Cambridge: The MIT Press.
- Holyoak, K.J. (2012). Analogy and relational reasoning. In: Holyoak KJ, Morrison RG, eds. *The Oxford Handbook of Thinking and Reasoning*. New York: University Press.
- Inhelder, B., & Piaget, J. (1958). *The Growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence*. New York: Basic Books.
- James, W. (1950). *The principles of psychology*. New York: Dover. (Original work published 1890).
- Jee, B. D., Uttal, D. H., Gentner, D., Manduca, C. J., Shipley, T. F., & Sageman, B. (2013). Finding faults: Analogical comparison supports spatial concept learning in geoscience. *Cognitive Process*, 14, 175–187.
- Johnson-Laird, P. N. (2006). *How we reason*. United Kingdom: Oxford University Press.
- Johnson-Laird, P. N. (2010). Against logical form. *Psychologica Belgica*, 50, 193–221.
- Johnson-Laird, P. N., Khemlani, S., & Goodwin, G. (2015). Logic, probability, and human reasoning. *Trends in Cognitive Sciences*, 19, 201–214.
- Keane, M. T. & Fintan, C. (2001). Setting limits on analogy: Why conceptual combination is not structural alignment, *The Analogical Mind: Perspectives from Cognitive Science*, 287-312.
- Kokinov, B. & Alexander P. (2001). We are integrating memory and reasoning in analogy making: The AMBR model", *The Analogical Mind: Perspectives from Cognitive Science*, 59-124.
- Kotovsky, L., & Gentner, D. (1996). Comparison and categorization in the development of relational similarity. *Child Development*, 67, 2797–2822.
- Kurtz, K. J., & Gentner, D. (2013). Detecting anomalous features in complex stimuli: The role of structured comparison. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 19, 219-232.
- Markman, A. B., & Gentner, D. (1993). Splitting the differences: A structural alignment view of similarity. *Journal of Memory and Language*, 32, 517–535.
- Markman, A. B., & Gentner, D. (1996). Commonalities and differences in similarity comparisons. *Memory and Cognition*, 24, 235–249.
- Markman, A. & Page M. (2001). Analogy and analogical comparison in choice, *The Analogical Mind: Perspectives from Cognitive Science*, 363-399.
- Matlen, B. J. (2013). *Comparison-based learning in science education* (Unpublished doctoral dissertation). Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA.
- Matlen, B. J., Gentner, D., & Franconeri, S. (2014, July). Structure-mapping in visual comparison: Embodied correspondence lines? *Poster presented at the 37th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, Pasadena, CA.
- Matlen, B.J., Vosniadou, S., Jee, B., & Ptouchkina, M. (2011). Enhancing the comprehension of science text through visual analogies. In L. Carlson, C. Holscher, & T. Shipley (Eds.), *Proceedings of the 34th annual conference of the Cognitive Science Society* (pp. 2910–2915). Austin, TX: Cognitive Science Society.
- Mayo, J. A. (2019). Analogy co-construction as a pedagogical strategy in life-span developmental psychology. *Journal of Teaching Action Research*.
- Mercier, H., & Sperber, D. (2011). Why do humans reason? Arguments for an argumentative theory. *Behavioral and Brain Sciences*, 34, 57–74.
- Ming, N. (2009). Analogies vs. contrasts: A comparison of their learning benefits. In B. Kokinov, K. Holyoak, & D. Gentner (Eds.), *Proceedings of the Second International Conference on Analogy* (pp.338–347). Sofia, Bulgaria: New Bulgarian University Press.
- Namy, L. L., & Gentner, D. (2002). Making a silk purse out of two sow's ears: Young children's use of comparison in category learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 9 (2) 131, 5–15. 105
- Oaksford, M., & Chater, N. (2007). *Bayesian rationality: The Probabilistic Approach To Human Reasoning*. United Kingdom: Oxford University Press.
- Oaksford, M., & Chater, N. (2009). Precise of Bayesian rationality: The probabilistic approach to human reasoning. *Behavioral & Brain*

- Sciences*,32, 69–120.
- Orgill, M. (2003). *Playing with a Double-Edged Sword: Analogies in Biochemistry*, Ph.D. Dissertation, Purdue University.
- Podolefsky, N. S., & Finkelstein, N. D. (2006). Use of analogy in learning physics: The role of representations. *Physics Education Research* 2.
- Ragni, M., & Knauff, M. (2013). A theory and computational model of spatial reasoning with preferred mental models. *Psychological Review*,120, 561–588.
- Richland, L. E., Morrison, R. G., & Holyoak, K. J. (2006). Children's development of analogical reasoning: Insights from scene analogy problems. *Journal of Experimental Child Psychology*, 94, 249–273.
- Richland, L. E., Zur, O., & Holyoak, K. J. (2007). Cognitive supports for analogies in the mathematics classroom. *Science*, 316, 1128–1129.
- Richland, L. E., & McDonough, I. M. (2010). Learning by analogy: Discriminating between potential analogs. *Contemporary Educational Psychology*, 35, 28–43.
- Richland, L. E. & Simms, N. (2015). Analogy, higher-order thinking, and education. *Wiley interdisciplinary reviews. Cognitive Science* 6(2).
- Rittle-Johnson, B., & Star, J. R. (2007). Does comparing solution methods facilitate conceptual and procedural knowledge? A 106 experimental study on learning to solve equations. *Journal of Educational Psychology*, 99, 561–574.
- Rule, A. C. & Furletti, C. (2004). Using form and function analogy object boxes to teach human body systems. *School Science and Mathematics*, 104(4), 155-169.
- Sagi, E., Gentner, D., & Lovett, A. (2012). What difference reveals about similarity? *Cognitive Science*, 36, 1019–1050.
- Sarantopoulos, P. & Tsapalis, G. (2004). Analogies in chemistry teaching to attain cognitive and affective objectives: A longitudinal study in a naturalistic setting, using metaphors with a strong social content. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(1), 33-50.
- Shaw, W.H, LR, A. (1983). Analogy and inference, dialogue. *Canadian Philosophical Review/Revue Canadienne De Philosophie*, 22, (3), 415-432.
- Smith, L., Ping, R. M., Matlen, B. J., Goldwater, M. B., Gentner, D., & Levine, S. (2014). Mechanisms of spatial learning: Teaching children geometric categories. *Spatial Cognition*, 9, 325–337.
- Stanovich, K. E., West, R. F., & Toplak, M. E. (2016). *The Rationality Quotient: Toward a Test of Rational Thinking*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Şaşmaz-Ören, F., Ormancı, Ü., Babacan, T., Çiçek, T. & Koparan, S. (2010). Analoji ve araştırma temelli öğrenme yaklaşımına dayalı rehber materyal uygulaması ile buna yönelik öğrenci görüşleri. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(1), 33-53.
- Taylan, N. (2011). *Ana Hatlarıyla Mantık*. İstanbul: Ensar.
- Tenenbaum, J. B., Kemp, C., Griffiths, T. L., & Goodman, N. D. (2011). How to grow a mind: Statistics, structure, and abstraction. *Science*, 331(6022), 1279–1285.
- Thagard, P. & Cameron, S. (2001). Emotional analogies and analogical inference, *The Analogical Mind: Perspectives From Cognitive Science*, 335-362.
- Topçu, N. (2001). *Mantık*. İstanbul: Dergâh Yayınları
- Waldmann, M. (Ed.) (2017). *The Oxford Handbook of Causal Reasoning*. New York, Oxford University Press.
- Ward, T. B. (1998). "Analogical Distance and Purpose in Creative Thought: Mental Leaps Versus Mental Hops", *Advances in Analogy Research: Integration of Theory and Data from the Cognitive, Computational and Neural Sciences*, 221-230.
- Wason, P. C., & Brooks, P. G. (1979). THOG: The anatomy of a problem. *Psychological Research*, 41, pp. 79–90.
- Wendelken, C., Ferrer, E., Whitaker, K., & Bunge, S. A. (2014). *Fronto-parietal network reconfiguration supports the development of reasoning ability*. Manuscript submitted for publication.
- Wendelken, C., O'Hare, E. D., Whitaker, K. J., Ferrer, E., & Bunge, S. A. (2011). Increased functional selectivity over development in the rostrolateral prefrontal cortex. *Journal of Neuroscience*, 31, 17260–17268.
- Wright, S. B., Matlen, B. J., Baym, C. L., Ferrer, E., & Bunge, S. A. (2008). Neural correlates of fluid reasoning in children and adults. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 1–8.