



## An Evaluation on Science Teachers' Scientific Reasoning Skills<sup>#</sup>

Merve Kocagül<sup>1,a,\*</sup>, Gül Ünal Çoban<sup>2,b</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Education, Pamukkale University, Denizli, Turkey

<sup>2</sup>Buca Faculty of Education, Dokuz Eylül University, Izmir, Turkey

\*Corresponding author

### Research Article

#### Acknowledgment

<sup>#</sup>This study is a part of PhD thesis of the first author under the supervision of the second author.

#### History

Received: 02/11/2021

Accepted: 09/05/2022



This paper was checked for plagiarism using iThenticate during the review process and before publication.

Copyright © 2017 by Cumhuriyet University, Faculty of Education. All rights reserved.

### ABSTRACT

In this study, it was aimed to evaluate the status of science teachers' ability to use scientific reasoning skills, which are intellectual skills used in inquiry-based learning process and their self-efficacy perceptions towards teaching them. Convenience sampling was used to determine the participants who were 93 science teachers still working at state middle schools in central districts of Izmir province. The study was on cross-sectional survey design. "Scientific Reasoning Skills Test for In-service and Preservice Science Teachers (SRSTIPST)" with the aim of determining the participants' ability to use scientific reasoning skills and "Self-efficacy Perceptions towards Teaching Scientific Reasoning Skills Scale (SEPSRS)" with the aim of determining their self-efficacy perceptions towards teaching these skills were used as data collection tools. At the end of the study, it was found that science teachers had success above average in the context of ability to use scientific reasoning skills. Detailed analysis revealed that teachers were the most successful in analogical reasoning and the least in causal reasoning. However, the finding that only one teacher could give correct answers to the all questions in SRSTIPST was remarkable. In the context of self-efficacy perceptions towards teaching scientific reasoning skills, it was found that teachers had high self-efficacy perceptions in both sub-factors and SEPSRS totally. Detailed analysis indicated that teachers had the highest self-efficacy perceptions scores in the items related to creating scientific reasoning skills based learning environment and the lowest in the items related to instructional ways for scientific reasoning skills.

**Keywords:** Scientific reasoning skills, 21<sup>st</sup> century competencies, scientific reasoning skills multiple-choice test, teaching scientific reasoning skills, self-efficacy perception scale

## Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Akıl Yürütme Becerileri Üzerine Bir Değerlendirme

#### Bilgi

#Bu çalışma birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığındaki doktora tezinin bir parçasıdır.  
\*Sorumlu yazar

#### Süreç

Geliş: 02/11/2021

Kabul: 09/05/2022

Bu çalışma ön inceleme sürecinde ve yayımlanmadan önce iThenticate yazılımı ile taranmıştır.

#### Copyright



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

### ÖZ

Bu çalışmada fen bilimleri öğretmenlerinin, sorgulama sürecinde kullanılan zihinsel beceriler olarak akıl yürütme becerilerini kullanabilme ve bu becerilerin öğretimine yönelik öz yeterlik algılarının durumunu değerlendirmek amaçlanmıştır. Katılımcılar olarak, İzmir iline bağlı merkez ilçelerin resmi ortaokullarında görev yapmakta olan 93 fen bilimleri öğretmeninin belirlenmesinde elverişli örnekleme kullanılmıştır. Çalışma kesitsel tarama türündedir. Katılımcıların akıl yürütme becerilerini kullanabilme yeteneklerini belirleme amacıyla "Fen Bilimleri Öğretmenleri ve Öğretmen Adaylarına Yönelik Akıl Yürütme Becerileri Testi (FBÖAYBT)" ve bu becerilerin öğretimine yönelik öz yeterlik algılarını belirleme amacıyla "Akıl Yürütme Becerileri Öğretimine Yönelik Öz yeterlik Algısı Ölçeği (AYBÖ)" veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda, fen bilimleri öğretmenlerinin akıl yürütme becerilerini kullanma yeteneği bağlamında ortalamanın üzerinde bir başarıya sahip oldukları bulunmuştur. Detaylı analizler öğretmenlerin en fazla analogik akıl yürütme, en az ise nedensel akıl yürütmede başarılı olduklarını ortaya çıkarmıştır. Bununla birlikte, FBÖAYBT'de yer alan tüm sorulara yalnızca tek bir öğretmen tarafından doğru cevap verilmesi dikkat çekicidir. Akıl yürütme becerileri öğretimine yönelik öz yeterlik algıları bağlamında, öğretmenlerin AYBÖ'nün hem geneli hem alt boyutlarında yüksek öz yeterlik algılarına sahip oldukları bulunmuştur. Detaylı analizler, öğretmenlerin akıl yürütme becerilerine dayalı öğrenme ortamı tasarlamayla ilgili maddelerde en yüksek; akıl yürütme becerileri öğretim yollarıyla ilgili maddelerde en düşük öz yeterlik algısı puanlarına sahip olduklarını göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Akıl yürütme becerileri, 21.yüzyıl becerileri, akıl yürütme becerileri çoktan seçmeli test, akıl yürütme becerileri öğretimi, öz yeterlik algısı ölçeği

[mkocagul@pau.edu.tr](mailto:mkocagul@pau.edu.tr)

<https://orcid.org/0000-0002-1152-9220>

[gul.unal@deu.edu.tr](mailto:gul.unal@deu.edu.tr)

<https://orcid.org/0000-0002-0143-0382>

**How to Cite:** Kocagül, M., & Ünal Çoban, G. (2022). Fen bilimleri öğretmenlerinin akıl yürütme becerileri üzerine bir değerlendirme. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 11(2):361-373.

## Giriş

### 21.yy Becerileri ve Akıl Yürütme

Günümüz dünyasında, yuvarlandıkça büyüyen bir kartopu gibi teknoloji büyük bir ivmeyle hayatımızın her alanında etkisini göstermektedir. Teknoloji geliştikçe bilginin sınırları gelişmekte, bilginin sınırları geliştikçe daha gelişmiş teknolojiler ortaya konulabilmektedir. Bilgi ve teknoloji arasında devam eden bu çift yönlü etkileşim, günümüz ve gelecek dünyasında var olabilmek için bireylerin de bazı özel bilgi ve becerileri bağlamında gelişmesini gerekli kılmaktadır.

Geçmişte yüksek akademik başarı kaliteli bir eğitimin ürünü olarak değerlendirilse de, günümüz dünyasında kaliteli bir eğitim bireyin toplumu ilgilendiren her konuya yönelik karar verme sürecinde aktif ve yetkin bir durumda olmasıyla değerlendirilmektedir. Günümüz ve gelecek dünyasında var olabilmek için bireylerin sahip olmaları gereken becerileri olarak isimlendirilen 21. yüzyıl becerileri kazandırabilmek çabasıyla çeşitli kurum ve kuruluşlar (Avrupa Birliği, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü, P21 vb.) önerdikleri sistemlerle, temelde aynı bileşenler bağlamında yetkin bireyler yetişmesini hedeflemektedirler. Bu yetkinlikler işbirliği ve iletişim, yaratıcılık ve yenilikçilik, eleştirel düşünme ve problem çözme ile bilgi-iletişim teknolojileri konusunda yeterlikler olarak sıralanmaktadır (Campbell & Kresyman, 2015; Voogt & Roblin, 2012).

Akıl yürütme becerileri, farklı araştırmacılar tarafından sorgulama sürecine etki eden ve bu süreçte kullanılan temel beceriler (Kuhn, 2002; Zimmerman, 2000), bilgiyi ele alma ve sonuç çıkarmada kullanılan soyut yaklaşımlar ve yöntemler (Lawson, 2004), teori ile kanıt arasında bağ kurma becerileri (Kuhn & Pearsall, 2000), bilimsel bilgi ile ilgili ve onun hakkında düşünebilme becerileri (Hogan & Fisherkeller, 2005) olarak tanımlanmakla birlikte en öz tanımı gerekçelendirilmiş bilgiye ulaşma sürecinde yararlanılan temel zihinsel yeterlikler olarak ifade edilebilir. Bu tanımdan hareketle, gerekçelendirilmiş bilgiye ulaşma süreci akıl yürütme türlerinin de çeşitlenmesine neden olmuştur. Örneğin birey, tümevarımsal akıl yürütme becerisinin kullanarak öncül durumlardan hareketle bir genelleme yoluna gidebilir ya da tam tersi genel bir durumdan yola çıkarak tümdengelimsel akıl yürütme becerisini kullanarak başlangıç öncüllerine ulaşabilir. Parça-parça ya da parça-bütün hesaplamalarıyla orantısal akıl yürütme becerisini kullanabilir. Bir araştırmada değiştireceği ya da ölçüleceği faktörlerin neler olduğu üzerine düşünerek değişkenlerin kontrolü stratejisini kullanarak akıl yürütebilir. Tüm bu akıl yürütme süreçlerinde her birey kendi mevcut şemalarına bağlı bir yol izler. Bu sebeple bireyler arası işbirliği ve iletişim akıl yürütme sürecinde önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Aizpurua vd. (2018) çalışmalarında, gelişmiş akıl yürütme becerisine sahip öğrencilerin sosyal etkileşime dayalı öğrenme stratejilerini kullanma eğiliminde olduklarını ortaya koymuşlardır. Söz konusu çalışma, 21. yy becerileri bağlamında sayılan işbirliği ve iletişim becerisi ile akıl yürütme becerileri arasındaki ilişkiyi göstermesi bakımından önemlidir.

Akıl yürütme becerilerinin, 21.yy becerilerinden yenilikçilik ve yaratıcılık becerileriyle de yakın ilişkisi bulunmaktadır. Bir probleme yönelik olası çözüm yollarını belirlerken kullanılan tümdengelimsel akıl yürütme becerisi ve ayrıca daha az bilinen bir bilimsel olguyu bilinenler üzerinden açıklamada kullanılan analogik akıl yürütme becerileri kullanımında yaratıcı düşünme, farklı ve alışılmadık fikir ve değerlendirmelerin ortaya çıkmasını sağlar (Kampylis & Berki, 2014). Benzer şekilde Lemke (2002), yenilikçi düşünmenin karmaşıklığa adapte olma ve yönetme, öz yönlendirme, merak, yaratıcılık, risk alma, üst düzey düşünme ve sağlam bir akıl yürütme gerektirdiğini belirtmiştir.

21. yüzyılın gerektirdiği bir diğer yeterlik alanı problem çözme ve eleştirel düşünebilmedir. Bilimsel bir araştırma, hem kavramlara yönelik bilgiye hem bazı yöntemsel becerilere sahip olmayı gerektirir. Bilimsel bir araştırmanın temel öğelerinden hipotez öne sürme, deney tasarlama, verilerden sonuç çıkarma, kanıtları değerlendirme ve açıklamalar oluşturma süreçlerinde akıl yürütme becerileri aktif bir şekilde kullanılır. Buradan hareketle önerdikleri İkili Araştırma olarak Bilimsel Keşif modeli (Scientific Discovery as Dual Search) ile Klahr ve Dunbar (1988), bilimsel bir araştırmanın gerekçesini oluşturan problem çözme akıl yürütme olarak görmüşlerdir. Alan yazındaki farklı çalışmalarda da problem çözme ile akıl yürütme becerileri arasında bir ilişki olduğu (Mayer vd., 2014), akıl yürütmeye dayalı yapılan öğretimin problem çözme becerisinin geliştirdiği (Jeong vd., 2014) rapor edilmiştir. Eleştirel düşünme ise bazı araştırmalarda akıl yürütme becerisi ile eşdeğer olarak görülmüştür (Friedler vd., 1990). Holyoak ve Morrison (2005) ise eleştirel düşünme ve akıl yürütmenin bilgiyi anlamlandırmada bazı ortak üst düzey bilişsel süreçler, stratejiler ve eğilimler kullandıklarını ancak bu durumun akıl yürütmede yalnızca bilimsel alanlar dâhilinde; eleştirel düşünmede ise hem günlük yaşam hem bilimsel alanlar dâhilinde gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Bu kavramsallaştırmaya göre akıl yürütme becerileri, eleştirel düşünmenin alt beceri grubu olarak ele alınmaktadır ve eleştirel düşünme becerisinin kazandırılmasında akıl yürütme becerilerine sahip olunması önemli bir faktör olarak görülmektedir. Bunu destekler şekilde Bezanilla vd. (2019), eleştirel düşünmenin öğretilmesinde öğretmenlerin bir akıl yürütme yolu olan argümantasyonu kullandıklarını rapor etmişlerdir.

21. yy becerilerinden bir diğeri olan bilgi ve iletişim teknolojileri ile akıl yürütme becerileri arasındaki ilişkiye yönelik çalışmalar henüz yeni olsa da, Blanquicett vd. (2020) öğrencilerin akıl yürütme becerilerini kullanırken bilgi ve iletişim teknolojileri kullanımına yönelik desenleri sergilediklerini bildirmiştir. Elde edilen bu bulgu ile birlikte yukarıda ifade edilen durumlar birlikte değerlendirildiğinde, 21. Yüzyılın gerektirdiği birey profilinin oluşturulmasında akıl yürütme becerilerinin yeri ve önemi net bir şekilde anlaşılmaktadır.

### **Akıl Yürütme Becerilerinin Öğretimi**

21. yy becerilerinin kazandırılmasında akıl yürütme becerilerinin rolü, araştırmacıları bu becerilerin öğretiminin nasıl yapılacağı konusuna yöneltmiştir. Alan yazında öğrencilerde bu becerilerin geliştirilebilmesi amaçlı gerçekleştirilen pek çok çalışma bulunmaktadır. Örneğin Fasching ve LaSere Erickson (1985) akıl yürütme becerilerinin geliştirilebilmesi için derslerde küçük grup tartışmaları ve grup araştırma projelerinden yararlanmayı önermişlerdir. Windschitl vd. (2008), model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin akıl yürütme becerileri kullanımını teşvik edeceğini belirtmiştir. She ve Lee (2008) ise ele alınan bilimsel bir kavrama yönelik öğrencilerin mevcut ve gelişmesi gereken durumlarının belirlenmesi ve yeniden zihinsel şemanın şekillendirilmesi mantığına dayalı ikili yerleşik öğretim modelinin akıl yürütme becerileri performanslarını olumlu etkilediğini rapor etmiştir. Gerber vd. (2001) çalışmalarında, öğrencilerin öğrenme ortamlarının akıl yürütme becerileri gelişimlerini etkilediğini, zenginleştirilmiş informal öğrenme ortamlarının ve sorgulamaya dayalı sınıf ortamlarının akıl yürütme becerilerini geliştirmede daha etkili olduğu bulgularına ulaşmışlardır. Akıl yürütme becerilerinin öğretimine yönelik gerçekleştirilen diğer çalışmalarda ise, araştırmacıların kendi hazırladıkları modüller, programlar yoluyla öğrencilerin özel ya da genel akıl yürütme becerilerini geliştirmeye çalıştıkları görülmektedir (Friedler vd., 1989; Jeong vd., 2014; Keselman, 2001; Mercer vd., 2004; She & Liao, 2010; Varma, 2014; Wu vd., 2003; Zimmerman vd., 2003).

Farklı yöntemler kullanılarak farklı sınıf seviyeleriyle gerçekleştirilen akıl yürütme becerileri konulu yukarıdaki çalışmaların ortak özelliği, özel ya da genel akıl yürütme becerisinin geliştirilmesinde araştırmacıların bu becerilerin doğrudan, açık bir şekilde öğretimini tercih etmesidir. Destekler şeklinde Chen ve She (2015) çalışmalarında açık bir şekilde akıl yürütme eğitimi alan 5. Sınıf öğrencilerinin bu eğitimi almayan öğrencilere göre anlamlı derecede daha test edilebilir ve doğru hipotezler, kanıt tabanlı açıklamalar ürettikleri ve akıl yürütme seviyelerinin arttığını bulmuşlardır.

### **Akıl Yürütme Becerileri Gelişiminde Öğretmen**

Öğrencilerde akıl yürütme becerilerinin geliştirilebilmesi için öğretim etkinliklerine doğrudan-açık ya da dolaylı-örtük bir şekilde bu becerilerin entegre edilmesi ve uygulanabilmesi öğretmen ile ilgilidir. Bir öğrencinin hangi konuyu nasıl öğreneceği, öğretmenin o konuyu nasıl öğrenmesi gerektiğinde belirleyici bir rol oynar. Leach (1999), akıl yürütme becerilerinin geliştirilebilmesi için öğrencilerin bu becerilerin uygulandığı öğrenme ortamlarında bulunmaları gerektiğini belirtmiştir. Destekler şeklinde, Tajudin vd. (2012) tarafından gerçekleştirilen çalışmada öğretici merkezli öğretimsel uygulamaların öğrencilerde akıl yürütme becerileri gelişimini teşvik etmediği raporlanmıştır. Öğretmenlerin öğretimsel tercihlerini etkileyen temel faktörlerden biri sahip oldukları öz yeterlik algılarıdır (Lee & Houseal, 2003). Lawson vd. (2007) öz

yeterlik algısı ile akıl yürütme becerisi performansı arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğunu raporlamışlardır. Bunu destekler şekilde Kocagül Sağlam ve Ünal Çoban (2020) çalışmalarında hizmet içi fen bilimleri öğretmenlerinin kendilerini yeterli hissetmemeleri gerekçesiyle akıl yürütme becerileri öğretimi yapamadıklarını bildirmişlerdir. Öz yeterlik algısının öğretimsel tercihlere etkisinin yanı sıra sergilenen performansı etkilediğini belirten çalışmalar da bulunmaktadır. Kingston ve Lyddy (2013) tarafından gerçekleştirilen ve öz yeterlik algısının orantısız akıl yürütme performansı üzerinde, kısa süreli bellek kapasitesinden daha belirleyici ve baskın bir rolü olduğu belirtilen bu çalışma örnek olarak verilebilir.

Öğrencilerde akıl yürütme becerileri gelişiminin teşvik edilmesinde, öğretmenlerin bu becerilere yönelik sahip oldukları bilgi ve bu becerileri kullanabilme durumları da önemlidir. Akıl yürütme becerilerine yönelik bilgi ve bu becerileri kullanma durumları üzerine pek çalışma yapılmamış olmakla birlikte, bu alanda öncü sayılabilecek bir çalışmada akıl yürütme becerilerine yönelik öğretim yapabilme konusunda öğretmenlerin söz konusu becerilere yönelik bilgilerini artırma amaçlı eğitime ihtiyaç duydukları belirtilmiştir (Kocagül Sağlam ve Ünal Çoban, 2020).

### **Çalışmanın Amacı ve Önemi**

21. yy becerilerinin kazandırılmasında etkin bir rolü bulunan akıl yürütme becerilerinin öğrencilerde geliştirilmesi konusunda şüphesiz en büyük pay sahibi, yukarıda da değinildiği gibi öğrenme ortamı tasarlayıcısı olarak öğretmenlerdir. Öğretimsel uygulamalar bağlamında öğretmenin sahip olduğu bilgi ve yeterlik algılarının önemini ortaya koyan yukarıdaki çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda, öğrencilerin akıl yürütme becerilerinin geliştirilmesi için öğretmenlerin bu beceriler konusunda bilgi ve yeterliklerinin desteklenmesi önem taşımaktadır. Bu konuda en uygun desteği sunabilmek için öncelikli yapılması gereken mevcut durum tespittir.

Bu çalışma kapsamında mevcut durum tespiti, sorgulama sürecinde kullanılan ve araştırmacılar tarafından üzerinde görüş birliği sağlanan tümevarımsal, tümdengelsel, nedensel, ilişkisel, orantısız akıl yürütme becerileri ile değişkenlerin kontrolü stratejisi üzerine odaklı gerçekleştirilmiştir. Bu becerilerin çalışma kapsamına alınmasının bir diğer sebebi, ülkemiz Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı kapsamında yer alan ünite etkinliklerinde kullanılabilecek en temel akıl yürütme becerileri olmalarıdır. Burada sayılan altı akıl yürütme becerisine ek olarak, sorgulama süreci sonunda elde edilen bilimsel açıklamanın anlaşılabilirliğini teşvik etmede kullanılabileceği görüşünden (Flick, 1991) hareketle analogik akıl yürütme becerisi de çalışma kapsamına dâhil edilmiştir.

Alan yazında akıl yürütme becerilerinin mevcut durum tespitini yapan çalışmalar bulunmaktadır. Hilfert Ruppel vd. (2013), deneyin planlanması ile ilgili olarak öğretmen adaylarının akıl yürütme becerileri ve alan bilgilerinde eksiklikler olduğunu ve ayrıca değişkenlerin kontrolü

stratejisini kullanmadıklarını belirtmişlerdir. Bir başka çalışmada farklı branşlardan öğretmen adaylarının akıl yürütme becerileri soru oluşturma, hipotez öne sürme, araştırma planlama, verileri analiz etme ve sonuç çıkarma, modellerin amacını gerekçelendirme, modelleri test etme ve modelleri değiştirme kapsamında incelenmiştir. Çalışmanın sonunda öğretmen adaylarının yalnızca %45'inin tüm soruları doğru yanıtlayabildiği ve fen bilimleri öğretmen adaylarının bu becerilerde ileri durumda olduğu ve diğer branşlardan anlamlı derecede daha iyi performans gösterdikleri bulunmuştur (Krell vd., 2018). Zulkıplı vd. (2020) ise fen bilimleri öğretmen adaylarının akıl yürütme becerilerinden korunum kavramı, orantısal akıl yürütme, değişkenlerin kontrolü stratejisi, olasılıksal akıl yürütme ve hipotetik-tümdengelsel akıl yürütme bağlamında düşük seviyede olduklarını bildirmiştir. Fen bilimleri eğitimi alanında öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen bu çalışmalara ilaveten alan yazında öğrencilerin (Abate vd., 2020; Bostancı vd., 2020; Kocaman, 2017; Öz, 2020) ve ayrıca matematik öğretmen adaylarının (Karatoprak, 2014) genel ya da özel akıl yürütme becerilerinin mevcut durumlarının belirlenmesine yönelik çalışmalar da bulunmaktadır.

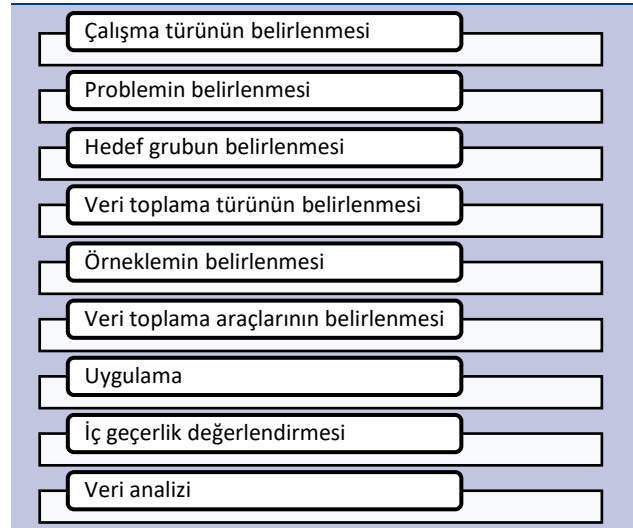
Akıl yürütme becerilerinin mevcut durumlarının belirlenmesi konulu yapılan çalışmaların katılımcılarını öğretmen adayları ya da öğrencilerin oluşturduğu görülmektedir. Mevcut durumda öğretim yapan hizmet içi öğretmenlerin akıl yürütme becerileri durumlarının belirlenmesine yönelik ulusal ve uluslararası alan yazında çalışma olmaması dikkat çekmektedir. Ayrıca gerçekleştirilen mevcut çalışmalarda akıl yürütme becerileri kapsamı, bu çalışmada odaklanılan akıl yürütme becerileri kapsamından kısmen farklılaşmaktadır. Bu durum, mevcut çalışmanın önemini ve özgün değerini açıkça ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada, fen bilimleri öğretmenlerinin akıl yürütme becerilerini kullanabilme durumlarını ve ayrıca bu becerilerin öğretime yönelik öz yeterlik algılarını araştırmak amaçlanmıştır. Amaç doğrultusunda belirlenen problemler aşağıda sunulmuştur:

- Fen bilimleri öğretmenlerinin akıl yürütme becerilerini kullanabilme durumu nedir?
- Fen bilimleri öğretmenlerinin akıl yürütme becerileri öğretime yönelik mevcut öz yeterlik algıları ne durumdadır?
- Fen bilimleri öğretmenlerinin akıl yürütme becerilerini kullanabilme durumları ile bu becerilerin öğretime yönelik öz yeterlik algıları arasında bir ilişki var mıdır?

## Yöntem

Çalışmada kullanılacak veri toplama araçlarıyla fen bilimleri öğretmenlerinin akıl yürütme becerilerine yönelik mevcut durumlarını betimlemek amaçlandığından tarama türünde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın gerçekleştirilmesinde Resim 1'de sunulan adımlar izlenmiştir.



Resim 1. Tarama çalışması adımları (Fraenkel ve Wallen, 2009)

Çalışma kesitsel tarama türündedir. Kesitsel tarama çalışmalarında veriler, önceden belirlenen bir popülasyona ait örneklemden aynı zaman diliminde toplanır (Fraenkel & Wallen, 2009). Çalışmada veri toplama yöntemi olarak doğrudan uygulama tercih edilmiştir. Bu durumun sebebi, katılımcıların veri toplama araçlarına en yüksek düzeyde yanıt vermelerinin sağlanmasıdır.

## Örnekleme

Çalışmanın hedef popülasyonu fen bilimleri öğretmenleridir. Ancak tüm popülasyona ulaşmak ekonomik olmayacağı için örnekleme seçimine gidilmiştir. Bu kapsamda İzmir ili merkez ilçelerdeki resmi ortaokullar sosyo-ekonomik düzeyleri açısından düşük, orta ve yüksek olarak sınıflandırılmıştır. Böyle bir sınıflandırmaya gidilmesinin sebebi; sosyal sınıf farklılıklarının eğitimden ve mesleki fırsatlardan yararlanma imkânını kısıtladığını (Manstead, 2018) ve sosyal sınıf statüsünün akıl yürütme becerileri kullanımını etkilediğini (Acar vd., 2015) belirten çalışma bulgularıdır. Sosyo-ekonomik olarak sınıflandırılan ortaokullardan kolay ulaşılabilir olarak belirlenen okullarda görev yapmakta olan ve veri toplama araçlarını yanıtlamayı kabul eden toplam 93 fen bilimleri öğretmeni bu çalışmanın örneklemini oluşturmaktadır. Katılımcıların belirlenmesinde kolay ulaşılabilirlik durumu gözetildiğinden elverişli örnekleme tekniği benimsenmiştir. Çalışmanın amacı gereği öğretmenlerden demografik veri toplanmamıştır.

## Veri Toplama Araçları

*Fen Bilimleri Öğretmenleri ve Öğretmen Adaylarına Yönelik Akıl Yürütme Becerileri Testi (FBÖAYBT).*

Söz konusu test Kocagül Sağlam ve Ünal Çoban (2018) tarafından fen bilimleri öğretmenleri ve öğretmen adaylarının akıl yürütme becerilerini kullanabilme durumlarının belirlenmesi amacıyla geliştirilmiştir. Test kapsamında tümevarımsal, tümdengelsel, nedensel, ilişkisel, orantısal ve analogik akıl yürütme becerileri ile değişkenlerin kontrolü stratejisinin ölçülmesine yönelik sorular yer almaktadır. Kapsam geçerliği uzman görüşü

yoluyla sağlanan testi yapı geçerliği ise tetrakorik korelasyona dayalı açılıyıcı faktör analizi ve madde analizi yoluyla sağlanmıştır. Analizler sonucunda, FBÖAYBT'nin tek faktör altında kolay, orta ve zor maddeleri bir arada bulunduran, orta güçlükte ( $p=0.523$ ) ve yüksek ayırtıcılıkta ( $r_{jx}=0.480$ ) bir test olduğu ve KR-20 güvenilirlik katsayısının .812 olduğu bulunmuştur. Toplamda 27 sorudan oluşan testin dört sorusu tümevarımsal akıl yürütme becerisini; üç sorusu tümdengelsel akıl yürütme becerisini; beş sorusu nedensel akıl yürütme becerisini; altı sorusu ilişkisel akıl yürütme becerisini; iki sorusu analojik akıl yürütme becerisini; üç sorusu orantısal akıl yürütme becerisini ve dört sorusu ise değişkenlerin kontrolü stratejisini ölçmeye yöneliktir.

**Akil Yürütme Becerileri Öğretimine Yönelik Öz Yeterlik Algısı Ölçeği (AYBÖ).** Söz konusu ölçek, fen bilimleri öğretmenleri ve öğretmen adaylarının akıl yürütme becerileri öğretimine yönelik öz yeterlik algılarını belirleme amaçlı Kocagül Sağlam (2019) tarafından geliştirilmiştir. Ölçeğin geliştirilmesinde keşfedici sıralı desen kullanılmıştır. Bu kapsamda öncelikle fen bilimleri öğretmenleri ile yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Bu aşamada elde edilen veriler literatür taramasıyla birlikte madde havuzunu oluşturmuş ve seçenekleri "1= Hiç yeterli değilim" ile "10= Kesinlikle çok yeterliyim" arasında değişen 10'lu Likert tipinde bir ölçek formuna dönüştürülmüştür. 10'lu Likert tipinin tercih edilmesi, maddelerin kişinin algısını değerlendirmesinden dolayı seçenek sayısının artırılması yoluyla elde edilecek sonuçların gerçeği yansıtmada düzeylerinin de artırılabilceği (Özdamar, 2016) görüşünden kaynaklanmıştır. Kapsam geçerliği uzman görüşleri yoluyla sağlanan ölçeğin yapı geçerliği için sırasıyla açılıyıcı ve doğrulayıcı faktör analizleri yapılmıştır. Analizler sonucunda AYBÖ'nin, "akıl yürütme becerileri öğrenme ortamı tasarlama", "akademik yeterlik", "akıl yürütme becerileri sınıf içi kullanımı", "akıl yürütme becerilerini değerlendirme" ve "akıl yürütme becerileri öğretim yolları" olarak beş faktör altında toplam 20 maddeden oluştuğu ve Cronbach alpha güvenilirlik katsayısının .947 olduğu bulunmuştur.

### Verilerin Analizi

Birinci ve ikinci araştırma problemlerini yanıtlamak üzere çoktan seçmeli test ve ölçekten elde edilen veriler öncelikle bilgisayar ortamına aktarılarak betimleyici istatistikten yararlanılmıştır. Üçüncü araştırma problemini yanıtlamak üzere ise istatistik programı kullanılarak öncelikle verilerin normal dağılım durumları sınanmış ve FBÖAYBT ile AYBÖ'ne ilişkin toplam puanların normal dağılım göstermediği bulunmuştur ( $Z_{FBÖAYBT}=.880$ ,  $p<.001$ ;  $Z_{AYBÖ}=.952$ ,  $p<.05$ ). Bu sebeple üçüncü araştırma problemini yanıtlamak üzere, normallik varsayımını

karşılamayan iki veri seti arasındaki ilişkiyi ölçmek amaçlı Spearman sıra korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Analiz sonucu elde edilen korelasyon katsayısı Alpar (2014)'in görüşünden hareketle Pearson korelasyon katsayısı değerleriyle yorumlanmıştır. Ayrıca Spearman korelasyon katsayısının örneklem büyüklüğünden etkilendiği görüşünden hareketle alan yazında önerildiği şekilde anlamlılık değerleri sunulmuş ancak yorum açısından göz önünde bulundurulmamıştır (Arıcıgil Çılan, 2009).

### Bulgular

"Fen bilimleri öğretmenlerinin akıl yürütme becerilerini kullanabilme durumu nedir?" problemini yanıtlamak üzere gerçekleştirilen analizler Çizelge 1'de sunulmuştur.

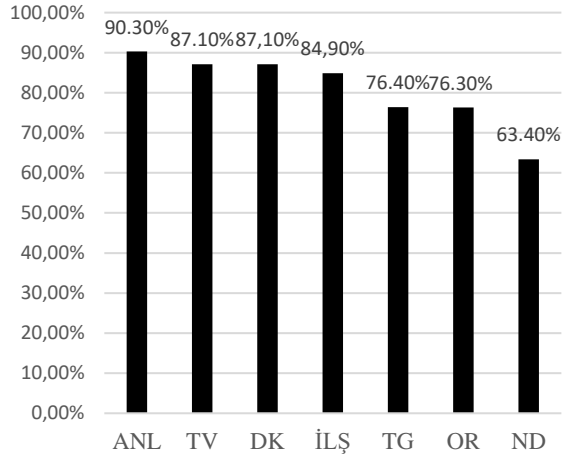
Çizelge 1, fen bilimleri öğretmenlerinin ele alınan akıl yürütme becerileri bağlamında genel olarak ortalamanın üzerinde bir başarıya sahip olduklarını göstermektedir. Bununla birlikte toplam puanlar incelendiğinde katılımcı öğretmenlerden yalnızca 1'inin (%1.08) tüm soruları doğru yanıtlayarak tam puan aldığı görülmüştür. Çizelge 1'de sunulan veriyi detaylandırmak üzere fen bilimleri öğretmenlerinin her bir beceri bağlamında alabilecekleri puanlara ilişkin frekans tablosu hazırlanarak Çizelge 2'de sunulmuştur.

Çizelge 2'deki veriler<sup>1</sup> incelendiğinde katılımcı öğretmenlerin neredeyse yarısının (%49.5) tümevarımsal akıl yürütme becerilerini ölçen soruların tümünü doğru yanıtladıkları görülmektedir. Tümdengelsel akıl yürütme becerisi bağlamında öğretmenlerin büyük bir çoğunluğu (%76.4) soruların yarıdan fazlasını doğru yanıtlayabilmiştir (2 ve 3 puan alanlar). Bununla birlikte öğretmenlerin %63.4'ünün, nedensel akıl yürütme becerisinde ortalamanın üzerinde bir başarı gösterdiği görülmekle birlikte, yalnızca %9.7'sinin tüm soruları doğru yanıtlayabildiği de göze çarpmaktadır. Katılımcı öğretmenlerin hiç biri ilişkisel akıl yürütme becerisini ölçen soruları yanıtız bırakmamış ya da yanlış yanıtlamamıştır. Öğretmenlerin büyük bir çoğunluğu (%84.9), ilişkisel akıl yürütme becerisini ölçen sorularda ortalama ve üstünde puan almışlardır. Tümdengelsel akıl yürütme becerisinde olduğu gibi, orantısal akıl yürütme becerisinde de öğretmenlerin büyük bir çoğunluğu (%76.3) soruların yarıdan fazlasını doğru yanıtlayabilmiştir. Değişkenlerin kontrolü becerisi kapsamında öğretmenlerin %45.2'si tüm soruları doğru yanıtlayabilmiştir. Öğretmenler tarafından tamamı doğru yanıtlanarak en fazla başarı gösterilen akıl yürütme becerisi ise analojik akıl yürütme becerisi olmuştur (%60.5).

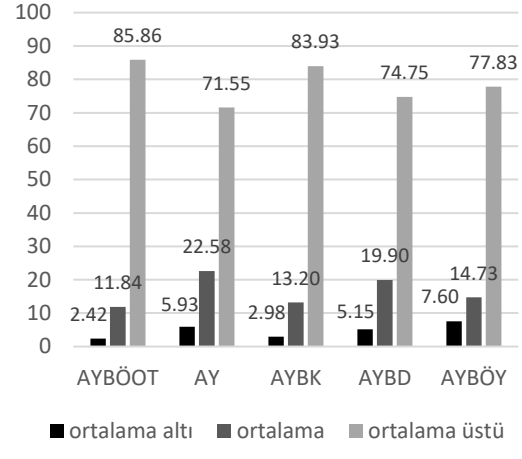
Çizelge 2'deki verilerden yola çıkılarak hazırlanan ve öğretmenlerin ortalama ve üzerinde puan aldıkları akıl yürütme becerilerinin görsel sunumu amacıyla Grafik 1 oluşturulmuştur.

<sup>1</sup> Çizelge 2 açıklamasında kullanılan ortalama puan ve ortalama başarı ifadeleri, her bir beceri bağlamında alınabilecek minimum ve maksimum puanlar göz önünde bulundurularak hesaplanmıştır.

Örneğin; nedensel akıl yürütme becerisi bağlamında alınabilecek minimum puan 0, maksimum puan 5 olduğundan 3 puan bu beceri için ortalama olarak kabul edilmiştir.



Grafik 1. FBÖAYBT becerilerine ilişkin ortalama ve üzeri puan yüzdeleri



Grafik 2. Öğretmenlerin AYBÖ alt boyutları bağlamında öz yeterlik puan yüzdeleri

TV: tümevarımsal akıl yürütme; TG: tümdengelimsel akıl yürütme; ND: nedensel akıl yürütme; OR: orantısal akıl yürütme; İLŞ: ilişkisel akıl yürütme; DK: değişkenlerin kontrolü; ANL: analogik akıl yürütme

Grafik 1'e göre, analogik akıl yürütme becerisi öğretmenlerin en yüksek başarı gösterdiği akıl yürütme becerisidir. Bununla birlikte öğretmenlerin yarıdan fazlası tarafından ortalama ve üstü bir başarı elde edilmesine rağmen ne düşük başarı yüzdeliği nedensel akıl yürütme becerisine aittir.

"Fen bilimleri öğretmenlerinin akıl yürütme becerileri öğretime yönelik mevcut öz yeterlik algıları ne durumdadır?" problemini yanıtlamak üzere gerçekleştirilen analizler Çizelge 3'de sunulmuştur.

Çizelge 3'den elde edilen verilerin yorumlanmasını kolaylaştırmak adına, ölçek maddelerinin "1: Hiç yeterli değilim" ve "10: Kesinlikle çok yeterliyim" skalasından yararlanılarak bir sınıflandırma yapılmıştır. Kullanılan bu skala, ölçeğin 10'lu likert türünde olması sebebiyle tercih edilmiştir. Yapılan sınıflandırma Çizelge 4'de sunulmuştur.

Çizelge 3 ve 4 birlikte incelendiğinde, fen bilimleri öğretmenlerinin akıl yürütme becerileri öğretime yönelik öz yeterlik algılarının, hem AYBÖ'nin her bir boyutu hem de ölçeğin geneli bağlamında yüksek kategorisinde yer aldığı görülmektedir. Elde edilen bu bulguyu detaylandırmak amacıyla madde bazında gerçekleştirilen analiz Çizelge 5'de sunulmuştur.

Çizelge 5, fen bilimleri öğretmenlerinin ölçek maddeleri bazında alınan puanlara ilişkin frekans değerlerini göstermektedir. Çizelge 4'deki sınıflandırma dikkate alınarak, orta düzeyin üzerinde ve altında olan üç puanın hangi maddelere ait olduğu örneklendirilmiştir. Buna göre, öğretmenlerin kendilerini en yeterli gördükleri maddeler akıl yürütme becerileri öğrenme ortamı tasarlama ve akademik yeterlik faktörleriyle ilgilidir. Öğretmenler kendilerini en çok sırasıyla madde 12 "Öğrencilerin akıl yürütmelerini etkileyecek sorunların (öğrencinin çekingen davranması vb.) üstesinden gelirim" (%88.2), madde 16

"Sağlam bir alan bilgisine sahibim" (%88.1) ve madde 15 "Öğretim ortamına teknolojiyi dâhil ederim" (%87.1) konularında yeterli hissetmektedirler. Bununla birlikte diğer maddelerin ortalama altı puanlarıyla karşılaştırıldığında, öğretmenler kendilerini en çok sırasıyla akıl yürütme becerileri öğretim yolları faktörü altında yer alan madde 5 "derslerimde grup araştırma projelerinden yararlanırım" (%14.1), akademik yeterlik faktörü altında yer alan madde 19 "Öğrencilerin akıl yürütme becerilerini nasıl geliştireceğimi bilirim" (%10.7) ve akıl yürütme becerilerini değerlendirme faktörü altında yer alan madde 4 "Öğrencilere gerçekçi fen öğrenme ortamları oluştururum" (%9.8) konularında yetersiz hissetmektedirler.

Çizelge 5'deki verilerden yola çıkılarak, öğretmenlerin akıl yürütme becerileri öğretime yönelik öz yeterlik algılarının durumunu görselleştirmek amacıyla Grafik 2 oluşturulmuştur.

AYBÖOT: Akıl yürütme becerileri öğrenme ortamı tasarlama; AY: Akademik yeterlik; AYBK: Akıl yürütme becerileri sınıf içi kullanımı; AYBD: Akıl yürütme becerilerinin değerlendirilmesi; AYBÖY: Akıl yürütme becerileri öğretim yolları

Grafik 2'ye göre, öğretmenlerin akıl yürütme becerileri öğretimi konusunda kendilerini en yeterli hissettikleri (ortalama üstü puanlar) faktör akıl yürütme becerilerine dayalı öğrenme ortamı tasarlama iken kendilerini en yetersiz hissettikleri (ortalama altı puanlar) alanlarda en büyük pay ise akıl yürütme becerileri öğretim yollarıyla ilgilidir.

"Fen bilimleri öğretmenlerinin akıl yürütme becerilerini kullanabilme durumları ile bu becerilerin öğretime yönelik öz yeterlik algıları arasında bir ilişki var mıdır?" problemini yanıtlamak üzere gerçekleştirilen analizler Çizelge 6'da sunulmuştur. Buna göre, akıl yürütme becerilerini kullanabilme durumu ile gerek AYBÖ toplam puan gerek AYBÖ alt boyutları arasında ilişki bulunmadığı ya da önemsenmeyecek düzeyde düşük bir ilişki olduğu söylenebilir.

Çizelge 1.FBÖAYBT geneli ve alt becerilerine ilişkin betimsel istatistik değerleri

	N	Min.	Max.	$\bar{X}$	S
Tümevarımsal akıl yürütme	93	0	4	3.11	1.15
Tümdengelimsel akıl yürütme	93	0	3	2.14	.85
Nedensel akıl yürütme	93	0	5	2.94	1.21
Orantısal akıl yürütme	93	0	3	2.11	.87
İlişkisel akıl yürütme	93	0	6	4.31	1.44
Değişkenlerin kontrolü stratejisi	93	0	4	3.00	1.14
Analojik akıl yürütme	93	0	2	1.51	.67
Genel	93	0	27	19.11	5.51

Min.: ilgili beceriden alınabilecek en düşük puan; Max.: ilgili beceriden alınabilecek en yüksek puan

Çizelge 2.FBÖAYBT becerilerine ilişkin puanların frekans dağılımları

	Alınan puanlar													
	0		1		2		3		4		5		6	
	f	%f	f	%f	f	%f	f	%f	f	%f	f	%f	f	%f
Tümevarımsal akıl yürütme	4	4.3	8	8.6	8	8.6	27	29	46	49.5	-	-	-	-
Tümdengelimsel akıl yürütme	3	3.2	19	20.4	33	35.5	38	40.9	-	-	-	-	-	-
Nedensel akıl yürütme	2	2.2	9	9.7	23	24.7	27	29	23	24.7	9	9.7	-	-
Orantısal akıl yürütme	-	-	4	4.3	10	10.8	11	11.8	16	17.2	32	34.4	20	21.5
İlişkisel akıl yürütme	4	4.3	18	19.4	35	37.6	36	38.7	-	-	-	-	-	-
Değişkenlerin kontrolü stratejisi	3	3.2	9	9.7	15	16.1	24	25.8	42	45.2	-	-	-	-
Analojik akıl yürütme	9	9.7	28	30.1	56	60.2	-	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge 3. AYBÖ geneli ve alt boyutlarına ilişkin betimsel istatistik değerleri

	N	Min.	Max.	$\bar{X}$	S
AYB öğrenme ortamı tasarlama	93	5	50	40.56	6.19
Akademik yeterlik	93	4	40	29.46	5.83
AYB sınıf içi kullanımı	93	4	40	31.95	4.92
AYB değerlendirilmesi	93	4	40	29.92	5.36
AYB öğretim yolları	93	3	30	22.95	4.05
Genel	93	20	200	154.84	22.96

AYB: Akıl yürütme becerileri; Min.: ilgili beceriden alınabilecek en düşük puan; Max.: ilgili beceriden alınabilecek en yüksek puan

Çizelge 4. AYBÖ puan sınıflandırması

	N	Çok düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok yüksek
AYB öğrenme ortamı tasarlama	5	5-10	11-20	21-30	31-40	41-50
Akademik yeterlik	4	4-8	9-16	17-24	25-32	33-40
AYB sınıf içi kullanımı	4	4-8	9-16	17-24	25-32	33-40
AYB değerlendirilmesi	4	4-8	9-16	17-24	25-32	33-40
AYB öğretim yolları	3	3-6	7-12	13-18	19-24	25-30
Genel	20	20-40	41-80	81-120	121-160	161-200

AYB: Akıl yürütme becerileri

### Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Ülkelerin gelecekte özellikle ekonomik ve toplumsal refah için hedeflediği bireylerin sahip olmaları beklenen 21. yy becerileriyle donanımlı öğrenciler yetiştirmede birinci derecede sorumlu, hali hazırda görev yapmakta olan fen bilimleri öğretmenlerinin, bu becerilerin kazanımında önemli bir pay sahibi olan akıl yürütme becerilerini kullanabilme durumlarının ve bu becerilerin öğretimine yönelik öz yeterlik algılarının mevcut durumunu belirlemek üzere yürütülen bu çalışma, üç alt problem üzerinde şekillendirilmiştir.

“Fen bilimleri öğretmenlerinin akıl yürütme becerilerini kullanabilme durumu nedir?” olarak belirlenen birinci problem doğrultusunda elde edilen bulgular, öğretmenlerin

FBÖAYBT kapsamında yer alan her bir beceri ve testin genelinden alınabilecek puan ortalamasının üzerinde bir başarıya sahip olduklarını göstermektedir. Bununla birlikte, toplam puan bazında bakıldığında testte yer alan tüm soruların yalnızca tek bir öğretmen tarafından tamamının doğru yanıtlanması durumu dikkat çekmektedir. Beceri özelinde bu durum değerlendirildiğinde ise öğretmenlerin %60.5'i tarafından tüm soruların doğru yanıtlandığı analojik akıl yürütme becerisi, en yüksek başarıya sahip beceri olarak karşımıza çıkmaktadır. Analojik akıl yürütme becerisi haricinde öğretmenlerin %50'si ve daha fazlası tarafından tüm soruların doğru yanıtlandığı başka bir beceri olmadığı görülmüştür. Özellikle nedensel akıl yürütme bağlamında öğretmenlerin yarısından fazlası (%63.40) ve ilişkisel akıl yürütme bağlamında öğretmenlerin büyük bir çoğunluğu

(%84.9) ortalama ve üstü puana sahip olmasına rağmen, öğretmenlerin yalnızca %9.7'si nedensel, %21.5'i ise ilişkisel akıl yürütme becerilerini ölçen soruların tamamını doğru yanıtlayabilmiştir. Öğretmenlerin söz konusu akıl yürütme becerileri kapsamında yaşadıkları problemlerin sebeplerinden biri bu becerilere yönelik yeterli bilgiye sahip olmamalarından kaynaklı olabilir. Wooley vd. (2018) lisans öğrencileriyle gerçekleştirdiği çalışmasında bireylerin tümdengelsel akıl yürütme bağlamında ön bilgiye dayalı tahminde bulunma ya da hipotezi yeterince desteklemeyen sonucu tahmin etme, orantısal akıl yürütme bağlamında oran oluşturamama ya da oranları dönüştürememe, değişkenlerin kontrolü akıl yürütme becerisi bağlamında konuyla ilgili değişkenleri net bir şekilde belirleyememe, tek bir değişkene odaklanma ya da değişkenleri sabit tutamama gibi problemler yaşadıklarını tespit etmiştir. Bu çalışmadan hareketle katılımcı öğretmenler sahip oldukları eksik bilgiler sebebiyle akıl yürütme becerileri sorularını çözmekte problem yaşamış olabilirler. Öğretmenlerin akıl yürütme becerileri konusunda yaşadıkları problemlerin bir diğer sebebi ise sınıf içi uygulamalarından kaynaklı olabilir. Kuhn (1993), sınıf içi deneysel uygulamalarda zamanın büyük bir çoğunluğunun verileri tartışma, sonuç çıkarma ya da yeni fikirler sentezlemeden ziyade veri toplamaya ve deneyi gerçekleştirmeye harcadığını bildirmiştir. Ayrıca ikinci araştırma probleminin bulgularında ortaya konulduğu üzere katılımcı öğretmenler her ne kadar kendilerini alan bilgisi konusunda yeterli olarak algılasalar da alan bilgilerinde sahip oldukları bazı eksiklikler Hogan (2002)'nin belirttiği gibi akıl yürütme stratejilerini etkilemiş olabilir.

"Fen bilimleri öğretmenlerinin akıl yürütme becerileri öğretimine yönelik mevcut öz yeterlik algıları ne durumdadır?" olarak belirlenen ikinci problem doğrultusunda elde edilen bulgular, öğretmenlerin akıl yürütme becerileri öğretimine yönelik öz yeterlik algılarının, hem AYBÖ'nin her bir boyutu hem de ölçeğin geneli bağlamında yüksek olduğunu bununla birlikte boyutların kendi içlerinde yapılan karşılaştırmasında öğretmenlerin kendilerini en çok akıl yürütme becerilerine dayalı öğrenme ortamı tasarlama faktöründe, en az ise akıl yürütme becerileri öğretim yolları konusunda yeterli hissettiklerini göstermektedir. AYBÖ'nde yer alan maddeler bazında inceleme yapıldığında öğretmenlerin kendilerini en çok sırasıyla madde 12 "*Öğrencilerin akıl yürütmelerini etkileyecek sorunların (öğrencinin çekingen davranması vb.) üstesinden gelirim*" (%88.2), madde 16 "*Sağlam bir alan bilgisine sahibim*" (%88.1) ve madde 15 "*Öğretim ortamına teknolojiyi dâhil ederim*" (%87.1) konularında yeterli hissettikleri, buna karşın madde 5 "*derslerimde grup araştırma projelerinden yararlanırım*" (%14.1), madde 19 "*Öğrencilerin akıl yürütme becerilerini nasıl geliştireceğimi bilirim*" (%10.7) ve madde 4 "*Öğrencilere gerçekçi fen öğrenme ortamları oluştururum*" (%9.8) konularında yetersiz hissettikleri tespit edilmiştir. Gerçekçi öğrenme ortamlarında öğrenciler, açık uçlu stratejilerle çalışarak gerçek yaşam problemlerine çözüm bulmayı hedeflerler (Renzulli vd., 2004). Buna göre, öğretmenlerin gerçekçi fen öğrenme ortamları oluşturma konusunda kendilerini yetersiz hissetmelerinin sebebi, onların sorgulamaya dayalı

öğrenme ortamları yürütme konusunda sahip oldukları yetersizliklerden kaynaklanıyor olabilir. Kang vd. (2008) çalışmalarında öğretmenlerin sorgulama konusunda sınırlı bir anlayışa sahip olduklarını ortaya koymuştur. Öğretmenlerin sorgulama konusunda yaşadıkları zorlukları konu edinen başka çalışmalar da mevcuttur. Örneğin On (2010), sorgulama konusunda yaşanan zorlukları öğretmen ve öğrencilerin kültürel değerleri, öğretim zamanı, materyal eksikliği vb. gibi durumsal faktörler ve ön bilgi, sorgulama becerileri, sorgulama etkinlikleri tasarlayabilme ve yürütebilme vb. gibi pedagojik faktörler olarak ele almıştır. Bunlara ilaveten, öğretim programı içeriği, güncel değerlendirme yöntemleri, meslektaş desteği görememe ve sınıf yönetimi problemleri de öğretmenler açısından sorgulama yöntemi zorlukları kapsamında ifade edilmiştir (Colburn, 2000; Walker, 2007). AYBÖ analizleri sonucu öğretmenlerin yetersiz hissettikleri bir diğer durum öğrencilerinin akıl yürütme becerilerini geliştirme konusudur. Bu durum öğretmenlerin akıl yürütme becerileri konusunda sahip oldukları bilgi eksikliğinden kaynaklanıyor olabilir. Lawson vd. (2007) akıl yürütme becerileri bilgisinin bu becerilerin öğretimi konusunda sahip olunan öz yeterlik algısı için güçlü bir yordayıcı olduğunu ifade etmiştir. Mevcut bulguyu destekler şekilde alan yazında öğretmenlerin akıl yürütme becerileri konusunda bilgi eksikliği olduğunu rapor eden farklı çalışmalar da bulunmaktadır (Hilfert Rüppell vd., 2013; Kocagül Sağlam ve Ünal Çoban, 2020; Stylianides vd., 2013). Elde edilen bir diğer bulgu ise öğretmenlerin grup projeleri kullanma konusunda sahip oldukları yetersizlik algıdır. Bu durum öğretmenlerin kişisel öğretim inançlarından ve ayrıca sınıf yönetimi konusunda karşılaşılabilecek problemlerden kaynaklı olabilir. Farklı çalışmalarda da öğretmenlerin, öğrencilerinin sosyal, duygusal ve davranışsal durumları konusunda deneyimledikleri zorluklar (Baines vd., 2015; Gillies & Boyle, 2010; Granstrom, 2006), grup projelerinin öğrencilere bilgiden ziyade yalnızca işbirliği öğrettiğine yönelik düşünceleri (Forslund Frykedal & Hammar Chiriac, 2012) ve ayrıca grup projeleri konusunda yeterli pedagojik bilgiye sahip olmamaları sebebiyle bu yöntemi kullanmaya istekli olmadıkları rapor edilmiştir.

"Fen bilimleri öğretmenlerinin akıl yürütme becerileri durumları ile bu becerilerin öğretimine yönelik öz yeterlik algıları arasında bir ilişki var mıdır?" olarak belirlenen üçüncü problem doğrultusunda elde edilen bulgular, fen bilimleri öğretmenlerinin akıl yürütme becerileri puanları ile bu becerilerin öğretimine yönelik öz yeterlik algılarına yönelik her bir alt boyut ve ayrıca toplam puanları arasında önemsenmeyecek bir ilişki olduğu bulunmuştur. Buna göre, öğretmenler karşılaştıkları problemlerde kendileri akıl yürütme becerilerini kullanarak doğru yanıtı ulaşabilseler dahi, bu durum onların bu becerileri öğrencilerine öğretebilme yeterlikleriyle ilişkili görünmemektedir. Elde edilen bu bulgunun kaynağı, öğretmenlerin öğretimsel inançlarından ve akıl yürütme becerileri öğretimine yönelik pedagojik eksikliklerinden kaynaklanıyor olabilir.



Çizelge 5. AYBÖ maddelerine ilişkin puanların frekans dağılımları

Faktör	Madde	Çok düşük (1-2)		Düşük (3-4)		Orta (5-6)		Yüksek (7-8)		Çok yüksek (9-10)	
		f	%f	f	%f	f	%f	f	%f	f	%f
AYB öğrenme ortamı tasarlama	12	-	-	1	1.1	10	10.8	42	45.2	40	43
	13	-	-	2	2.2	11	11.8	44	47.4	36	38.7
	14	2	2.2	-	-	11	11.8	39	42	41	44.1
	15	2	2.2	3	3.3	7	7.6	29	31.2	52	55.9
	17	-	-	1	1.1	16	17.2	39	42	37	39.8
Akademik yeterlik	16	2	2.2	-	-	9	9.7	46	49.4	36	38.7
	18	-	-	6	6.4	23	24.7	41	44.1	23	24.8
	19	3	3.2	7	7.5	26	28	36	38.8	21	22.6
	20	1	1.1	3	3.3	26	27.9	45	48.4	18	19.4
AYB sınıf içi kullanımı	8	-	-	4	4.3	10	10.8	41	44.1	38	40.9
	9	-	-	1	1.1	17	18.3	42	45.2	33	35.5
	10	1	1.1	1	1.1	13	14	36	38.7	42	45.2
	11	-	-	4	4.3	9	9.7	48	51.7	32	34.4
AYB değerlendirilmesi	1	-	-	3	3.2	24	25.8	42	45.2	24	25.8
	2	-	-	2	2.2	15	16.1	39	41.9	37	39.8
	3	1	1.1	4	4.3	18	19.4	41	44.1	28	30.2
	4	2	2.2	7	7.6	17	18.3	43	46.2	24	25.8
AYB öğretim yolları	5	6	6.5	7	7.6	14	15.1	42	45.2	24	25.8
	6	2	2.2	1	1.1	18	19.4	38	40.9	34	36.6
	7	-	-	5	5.4	9	9.7	27	29.1	52	55.9
	12	-	-	1	1.1	10	10.8	42	45.2	40	43

AYB: Akıl yürütme becerileri

Çizelge 6. FBÖAYBT ve AYBÖ puanlarına ilişkin Spearman korelasyon katsayısı bulguları

		AYBÖÖT	AY	AYBK	AYBD	AYBÖY	AYBÖ
FBÖAYBT	r	.017	.118	.033	.101	.046	.088
	p	.873	.261	.754	.335	.664	.403
	N	93	93	93	93	93	93

AYBÖT: Akıl yürütme becerileri öğrenme ortamı tasarlama; AY: Akademik yeterlik; AYBK: Akıl yürütme becerileri sınıf içi kullanımı; AYBD: Akıl yürütme becerilerinin değerlendirilmesi; AYBÖY: Akıl yürütme becerileri öğretim yolları; AYBÖ: Akıl yürütme becerileri öğretimine yönelik öz yeterlik algısı ölçeği genel; FBÖAYBT: akıl yürütme becerileri testi genel, \*p<.05

Öğretmenlerin akıl yürütme becerileri öğretimi yapma konusunda kendilerini en yetersiz hissettikleri faktörün akıl yürütme becerileri öğretim yolları olması da bunu destekler görünmektedir. Alan yazında öz yeterlik algısı ve akıl yürütme becerileri arasındaki durumu inceleyen çalışmalarda birbirinden farklı bulgular elde edilmiştir. Buna göre Lawson vd. (2007) akıl yürütmenin öz yeterlik algısı için güçlü bir yordayıcı olduğunu belirtirken, bir diğer çalışmada tam tersi öz yeterlik algısının akıl yürütme becerisi kazanımıyla ilişkili olduğu ifade edilmiştir (Olani vd., 2010). Bununla birlikte bu çalışmada da rapor edildiği gibi öz yeterlik ve akıl yürütme becerisi arasında bir ilişki bulunmadığını bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Jumiarsih vd., 2020).

Bu çalışma, akıl yürütme becerileri konusunda alan yazında üzerinde yoğun olarak çalışılmamış hizmet içi öğretmenlerin hem söz konusu becerileri kullanabilme durumlarını hem de bu becerilerin öğretimine yönelik öz yeterlik algılarının mevcut durumlarını ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular, öğretmenlerin her ne kadar hem akıl yürütme becerilerini kullanabilme durumlarının hem de bu becerilerin öğretimine yönelik öz yeterlik algılarının yüksek olduğuna işaret etse de; detaylı analizler yukarıda değinildiği gibi bazı problemleri ortaya çıkarmıştır. Bu problemleri durumlardan biri, öğretmenlerin grup araştırma projeleri

kullanma konusunda kendilerini yetersiz hissetmeleridir. Oysaki 21.yy yeterlikleri arasında bireylerin işbirliği ve iletişim becerilerine sahip olmaları önemli görülmektedir. Bir diğer problemleri durum, öğretmenlerin gerçekçi öğrenme ortamları oluşturmada kendilerini yetersiz hissetmeleridir. Gerçekçi fen öğrenme ortamlarında öğrenciler, sorgulamaya dayalı öğrenme sürecini deneyimleyerek gerçek yaşam durumlarından problemlere çözümler üretmeye çalışırlar. Problemleri çözmek için; 21. yy yeterlikleri arasında kabul edilen yaratıcı ve yenilikçi düşünme uygulamalarına dâhil olurlar, çözüm yollarını sınamaya sürecinde akıl yürütme becerilerini kullanarak yine 21. yy yeterliklerinden olan eleştirel düşünebilme ve nihayetinde karşılaşılan bir problemi çözebilme becerisini kazanmış olurlar. Kolay ulaşılabilirlik ve gönüllülük esasıyla yalnızca 93 öğretmenin katılımıyla gerçekleştirilen bu sınırlı çalışmanın sonuçları, problemleri durumlar giderilmedikçe öğretmenlerin tam anlamıyla 21. yy öğrencileri için hazır olmadığını işaret etmektedir. Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda, öğretmenlere akıl yürütme becerileri bilgilerini ve bu becerileri öğrencilerinde geliştirebilecekleri pedagojik bilgileri (tartışma, işbirlikli öğrenme, sorgulamaya dayalı öğrenme vb.) öğrenebilecekleri uygulamalı bir eğitim planlanması ve uygulanması önerilebilir. Bu yolla öğretmenler ilgili akıl yürütme becerileri konusunda mevcut bilgi eksikliklerini telafi edebilirler ve bu becerileri öğrenme

ortamlarına dâhil edebilecek uygun yöntemleri yaparak yaşayarak keşfetme yoluyla öz yeterlik algılarını geliştirebilirler. Yerel ve sınırlı düzeyde durum tespitinde bulunan bu çalışma, örneklem genişletilerek yeniden tekrar edilebilir. Bu yolla öğretmenlerin daha genel düzeyde mevcut durumları betimlenerek daha etkili eğitim programları tasarlanabilir. Çalışma kapsamında yalnızca akıl yürütme becerilerini kullanabilme durumu ile bu becerilerin öğretimine yönelik öz yeterlik algıları arasındaki ilişki ele alınmıştır. Farklı çalışmalarda bu iki değişkenin farklı değişkenlerle ilişkisi incelenebilir.

## Summary

### Introduction

Although high academic success was the indicator of the educational quality in the past, nowadays it means engaging individuals actively in decision-making process related to society. 21<sup>st</sup> century skills defined as competencies that individuals must have to meet the needs of today's and future's societies, propose the competencies in cooperation and communication, creativity and innovation, critical thinking and problem solving and finally information and communication technology. On the other side, scientific reasoning skills (SRS) are defined as skills that affect inquiry process and are used in this process (Kuhn, 2002; Zimmerman, 2000), abstract approaches and methods used in drawing conclusion and addressing a problem (Lawson, 2004), skills used in coordinating theory with evidence (Kuhn & Pearsall, 2000) and thinking skills on and related to scientific knowledge (Hogan & Fisherkeller, 2005). Briefly, scientific reasoning skills are the basic intellectual skills used in reaching justified knowledge.

Having scientific reasoning skills are important for 21<sup>st</sup> century competencies. Supporting this, research results about SRS showed that students with developed scientific reasoning tend to use learning strategies based on social interaction (Aizpurua et al., 2018), creative thinking is important especially in using deductive and analogical reasoning (Kampylis & Berki, 2014) and innovative thinking requires a solid understanding of scientific reasoning (Lemke, 2002). These results reveal the relationship between SRS and cooperation-communication and creativity- innovation competencies of 21<sup>st</sup> century. Further, results indicated that besides there was a relationship between problem solving and SRS (Mayer et al., 2014) Klahr and Dunbar (1988) saw scientific reasoning as problem solving and similarly Holyoak and Morrison (2005) conceptualized scientific reasoning as subset skills of critical thinking due to using some common metacognitive processes, strategies and tendencies. This clearly shows the place and role of SRS in 21<sup>st</sup> century problem solving-critical thinking competency. According to another research result, students showed the patterns in using information-communication technology while using SRS (Blanquicett et al., 2020). This result also clearly express the role of SRS in information-communication technology competence.

The role of SRS in the 21<sup>st</sup> century competencies, as mentioned above, led researchers to investigate how to teach SRS. There are lots of research about SRS but the common ground is that researchers prefer to teach SRS explicitly and directly. Integrating SRS into instruction process explicitly-directly or implicitly-tacitly is related to teacher. Supporting teachers about using and teaching SRS is important for promoting students' scientific reasoning skills development. The first thing to support teachers is determination of their status about SRS.

The context of SRS consisted of inductive, deductive, causal, correlational, analogical and proportional reasoning skills and control of variables strategy in this study. Other studies, which aimed to determine the status of SRS, were mostly conducted with pre-service science and mathematics teachers and students with different grade levels and focused on different SRS. However, it is interesting that any study on determining in-service science teachers' status about SRS was not found in national or international literature. Therefore, this study is different from others in terms of study group and SRS focused.

The aim of this study was to investigate in-service science teachers' abilities to use SRS and their self-efficacy perceptions towards teaching them.

### Method

The study was on cross-sectional survey design. Data were collected during the development process of data collection tools used in this study. Ninety-three science teachers who were selected based on convenience sampling participated in the study. "Scientific Reasoning Skills Test for In-service and Pre-service Science Teachers (SRSTIPST)" with the aim of determining the ability to use SRS and "Self-efficacy Perceptions towards Teaching Scientific Reasoning Skills Scale (SEPSRS)" with the aim of determining their self-efficacy perceptions towards teaching them were used as data collection tools.

### Results

SRSTIPST results showed that teachers had success above average in scores of both total and each skill of test. However, only one teacher could answer all questions in the test. Teachers were the most successful in analogical reasoning and the least in causal reasoning.

SEPSRS results showed that teachers' self-efficacy perceptions were high in both total and each dimension of the scale. Further, teachers had the highest self-efficacy perceptions in creating scientific reasoning skills based learning environment and the lowest in instructional ways for scientific reasoning skills. According to this, teachers felt themselves inefficacious especially in items related to designing an authentic learning environment, using group research projects and developing students' scientific reasoning skills.

Another result obtained from study was that there was a negligible very weak relationship between the scores of SRSTIPST and SEPSRS.

### Discussion

Results about teachers' use of scientific reasoning skills showed that only one teacher could answer all the questions in SRSTIPST, there was not any other reasoning skill except analogical reasoning that could be answered to all questions correctly by %50 of teachers and teachers were the least successful in causal reasoning. The reason for this may be due to their lack of knowledge about SRS. Supporting this, Wooley et al. (2018) established that students experiences problems such as making predictions based on their prior knowledge or predicting the hypothesis which could not support the results in the context of deductive reasoning; not able to generating or transforming ratios in the context of proportional reasoning; not able to determining the related variables clearly or not able to controlling variables or focusing on only one variable in the context of control of variables strategy. Another reason for this finding may be due to teachers' classroom practices. Kuhn (1993) stated that the most of experimental practices were heavily on collecting data and conducting experiment rather than discussing data, drawing conclusion or synthesizing new idea. Further some deficiencies in teachers' content knowledge may affected their SRS, although they perceived themselves efficacious in content knowledge. This also coherent with Hogan's study (2002) reported that content knowledge affected the use and quality of SRS.

Results about teachers' self-efficacy perceptions towards teaching SRS showed that teachers felt themselves inefficacious in creating authentic learning environment, using group research project and developing students' scientific reasoning skills. The problem about creating authentic learning environment may stem from teachers' deficiencies about conducting inquiry-based learning process. Kang et al. (2008) established that teachers had a limited understanding about inquiry. The problem about developing students' SRS may be due to their lack of knowledge about scientific reasoning skills. Lawson et al. (2007) expressed that knowledge of SRS was a strong predictor for self-efficacy perceptions towards teaching them. The problem about not using group projects may be due to teachers' personal instructional beliefs. It was reported in different studies that teachers were not willing to use group projects due to their thoughts that group projects only teach cooperation rather than knowledge (Forslund Frykedal & Hammar Chiriatic, 2012) and not having enough pedagogical knowledge about group projects.

Results about the relationship between the scores of SRSTIPST and SEPSRS showed that although teachers could reach the right answer by using their own reasoning; this does not seem to be related to their self-efficacy perceptions towards teaching these skills. The reason for this result may be due to teachers' instructional beliefs and pedagogical deficiencies towards teaching SRS. Finding in this study reported that teachers felt themselves the most inefficacious in instructional ways for scientific reasoning skills also supported this reason.

### Pedagogical Implications

Although obtained findings pointed out that both teachers' use of scientific reasoning skills and their self-efficacy perceptions towards teaching them were at good level, detailed analysis revealed some problems as mentioned above. One of these problematic issues was that teachers' inefficacious about using group projects. However, cooperation and communication were seen as important in 21st century competencies. Another problematic issues was that teachers' inefficacious about creating authentic learning environments. In authentic learning environments, students try to generate solutions to real-life problems by experiencing inquiry-based learning process. In order to solve problems, they engaged in creative and innovative thinking practices, which are 21st century competencies, and while testing solutions by using SRS they engaged in critical thinking and finally problem solving which are also 21st century competencies. Results about this limited study pointed out that teachers are not ready for 21st century students unless problematic situations are eliminated. Investigating teachers' status is very important for good structuring of pedagogical supports. Based on the results, it is suggested to design and practice a teacher-training program which teachers can learn SRS, pedagogical knowledge about SRS such as discussion method, cooperative learning, and inquiry-based learning about pedagogical knowledge of SRS. Further, a comprehensive study may be conducted by implementing the data collection tools used in this study to a large sample and this may contribute to design more effective teacher training programs.

### Araştırmanın Etik Taahhüt Metni

Yapılan bu çalışmada bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyulduğu; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifatın yapılmadığı, karşılaşılabilecek tüm etik ihlallerde "Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi ve Editörünün" hiçbir sorumluluğunun olmadığı, tüm sorumluluğun Sorumlu Yazara ait olduğu ve bu çalışmanın herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiş olduğu sorumlu yazar tarafından taahhüt edilmiştir.

### Kaynaklar

- Abate, T., Michael, K. & Angell, C. (2020). Assessment of scientific reasoning: Development and validation of scientific reasoning assessment tool. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology education*, 16(12), 1-15. <https://doi.org/10.29333/ejmste/9353>
- Acar, Ö., Büber, A. ve Tola, Z. (2015). The effect of gender and soci-economic status of students on their physics conceptual knowledge, scientific reasoning, and nature of science understanding. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 174(2015),2753-2756. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.962>
- Aizpurua, A., Lizaso, I. & Iturbe, I. (2018). Learning strategies and reasoning skills of university students. *Revista de Psicodidactica*, 23(2), 110-116. <https://doi.org/10.1016/j.psicoe.2018.02.002>

- Alpar, R. (2014). *Spor, sağlık ve eğitim bilimlerinden örneklerle uygulamalı istatistik ve geçerlik-güvenilirlik*. Detay Yayıncılık.
- Aricigil Çılan, Ç. (2009). *Sosyal bilimlerde kategorik verilerle ilişki analizi: Kontenjans tabloları analizi*. Pegem Akademi.
- Baines, E., Blatchford, P. & Webster, R. (2015). The challenges of implementing group-work in primary school classrooms and including pupils with Special Educational Needs. *Education 3-13*, 43(1), 15-29. <https://doi.org/10.1080/03004279.2015.961689>
- Bezanilla, M. J., Fernandez-Nogueira, D., Poblete, M. & Galindo-Dominguez, H. (2019). Methodologies for teaching-learning critical thinking in higher education: The teacher's view. *Thinking Skills and Creativity*, 33, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.tse.2019.100584>
- Blanquicett, G. E. A., Blanquicett, G. E. A., Vidal-Tovar, C.R. & Rios-Dominguez, I. C. (2020). Scientific reasoning skills and patterns of use of information and communication Technologies. The case of the students of the Universidad de Santander (Valledupar, Colombia). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 844(2020), 1-7. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/844/1/012007>
- Bostancı, Ü. Y., Kuzu, O. ve Sivacı, S. Y. (2020). Sekizinci sınıf öğrencilerinin geometriye yönelik öz yeterlik algıları ve geometrik akıl yürütme becerilerinin incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 54, 282-310.
- Campbell, C. L., Jr, & Kresyman, H. (2015). Aligning business and education: 21st century skill preparation. *E-journal of Business Education and Scholarship of Teaching*, 9(2), 13-27.
- Chen, C. T. & She, H. C. (2015). The effectiveness of scientific inquiry with/without integration of scientific reasoning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(1), 1-20. <https://doi.org/10.1007/s10763-013-9508-7>
- Colburn, A. (2000). An Inquiry Primer. *Science Scope*, 23(6), 42-44.
- Fasching, J. L. & LaSere Erickson, B. (1985). Techniques for teaching scientific reasoning and problem solving. *To Improve the Academy*, Paper 78
- Flick, L. (1991). Analogy and metaphor: Tools for understanding inquiry science methods. *Journal of Science Teacher Education*, 2(3), 61-66. <https://doi.org/10.1007/BF02629748>
- Forslund Frykedal, K. & Hammar Chiriack, E. (2012). Group work management in the classroom. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 56(5), 1-13. <http://dx.doi.org/10.1080/00313831.2012.7225098>
- Fraenkel, J. R. & Wallen, N.E. (2009). *How to design and evaluate research in education* (7th Ed.). McGraw- Hill Companies.
- Friedler, Y., Nachmias, R. & Butler Songer, N. (1989). Teaching scientific reasoning skills: A case study of a microcomputer-based curriculum. *School Science and Mathematics*, 89(1), 58-67. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1989.tb11890.x>
- Gerber, B. L., Cavallo, A. M. L. & Marek, A. E. (2001). Relationship among informal learning environments, teaching procedures and scientific reasoning ability. *International Journal of Science Education*, 23(5), 535-549. <https://doi.org/10.1080/09500690116971>
- Gillies, R. M. & Boyle, M. (2010). Teachers' reflections on cooperative learning: Issues of implementation. *Teaching and Teacher Education*, 26, 933-940. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2009.10.034>
- Granström, K. (2006). Group phenomena and classroom management in Sweden. In C. M. Evertson & C. S. Weinstein (Eds.), *Handbook of classroom management: Research, practice and contemporary issues*. (pp. 1141-1160) Lawrence Erlbaum Associates.
- Hilfert-Rüppell, D., Loob, M., Klingenberg, K., Eghtessad, A., Höner, K., Müller, R., Strahl, A. & Pietzner, V. (2013). Scientific reasoning of prospective science teachers in designing a biological experiment. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand*, 6(2), 135-154.
- Hogan, K. (2002). Small groups' ecological reasoning while making an environmental management decision. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(4), 341-368. <https://doi.org/10.1002/tea.10025>
- Hogan, K. & Fisherkeller, J. (2005). Dialogue as data: Assessing students' scientific reasoning with interactive protocols. In J. J. Mintzes, J. H. Wandersee & J. D. Novak (Eds.), *Assessing science understanding: A human constructivist view* (pp.95-127). Elsevier Academic Press.
- Holyoak, K. J. & Morrison, R. G. (2005). *The Cambridge handbook of thinking and reasoning*. Cambridge University Press.
- Jeong, J., Kim, H., Chae, D. C. & Kim, E. (2014). The effect of a case-based reasoning instructional model on Korean high school students' awareness in climate change unit. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(5), 427-435.
- Jumiarsih, D. I., Kusmayadi, T. A. & Fitirana, L. (2020). Students' mathematical reasoning ability viewed from self-efficacy. *Journal of Physics: Conference Series*, 1538(2020), 1-9. <https://doi.org/10.108/1742-6596/1538/012101>
- Kampylis, P. & Berki, E. (2014). *Nurturing creative thinking*. International Academy of Education, UNESCO, p. 6. <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002276/227680e.pdf>
- Kang, N. H., Orgill, M. & Crippen, K. (2008). Understanding teachers' conceptions of classroom inquiry with a teaching scenario survey instrument. *Journal of Science Teacher Education*, 19(4), 337-354. <https://doi.org/10.1007/s10972-008-9097-4>
- Karatoprak, R. (2014). *Assessing preservice mathematics teachers' statistical reasoning*. (Master of Science Thesis, Boğaziçi University, İstanbul, Turkey). Retrieved from <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=rMULh2sq6zoxob4aOZn5lg&no=b6hjGxtKWLOf9iBsxe4FUA>
- Keselman, A. (2001). *Enhancing scientific reasoning by refining students' models of multivariable causality*. (Doctoral dissertation, Columbia University, New York, USA). Retrieved from <https://www.proquest.com/docview/275830543?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true>
- Kingston, J. A. & Lyddy, F. (2013). Self-efficacy and short-term memory capacity as predictors of proportional reasoning. *Learning and Individual Differences*, 26, 185-190. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.01.017>
- Klahr, D., & Dunbar, K. (1988). Dual search space during scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12, 1-48.
- Kocagül Sağlam, M. ve Ünal Çoban, G. (2018). Fen bilimleri öğretmenleri ve öğretmen adaylarına yönelik akıl yürütme becerileri testinin geliştirilmesi. *İlköğretim Online*, 17(3), 1496-1510.
- Kocagül Sağlam, M. (2019). Fen bilimleri öğretmenlerinde akıl yürütme becerilerinin geliştirilmesi ve sınıf ortamına etkileri. (Doctoral dissertation, Dokuz Eylül University, İzmir, Turkey). Retrieved from <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=FgmkGchPKo23qQqBeqvZvQMTWwH9g8DJ5OkS7XvtJZd5vbVX3Bhg8gd6U82WYh->
- Kocagül Sağlam, M. ve Ünal Çoban, G. (2020). Öğrencilerde bilimsel akıl yürütme becerilerini geliştirme konusunda fen bilimleri öğretmenlerinin ihtiyaçlarının belirlenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 50, 399-425. <https://doi.org/10.9779/pauefd.595490>

- Kocaman, M. (2017). *Lise 11. sınıf öğrencilerinin matematiksel düşünme ve akıl yürütme becerilerinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, Türkiye). Erişim adresi: <http://dspace.balikesir.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12462/3091>
- Krell, M., Redman, C., Mathesius, S., Krüger, D. & van Driel, J. (2018). Assessing pre-service science teachers' scientific reasoning competencies. *Research in Science Education*, 1-25. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9780-1>
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77, 319-337. <https://doi.org/10.1002/sce.3730770306>
- Kuhn, D. (2002). What is scientific thinking and how does it develop? In U. Goswami (Ed.), *Blackwell handbook of childhood cognitive development* (pp. 371-393). Blackwell Publishers.
- Kuhn, D. & Pearsall, S. (2000). Developmental origins of scientific thinking. *Journal of Cognition and Development*, 1, 113-129. [http://dx.doi.org/10.1207/S15327647JCD0101N\\_11](http://dx.doi.org/10.1207/S15327647JCD0101N_11)
- Lawson, A. E. (2004). The nature and development of scientific reasoning: A synthetic view. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(3), 307-338. <https://doi.org/10.1007/s10763-004-3224-2>
- Lawson, A. E., Banks, D. L. & Logvin, M. (2007). Self-efficacy, reasoning ability and achievement in college biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(5), 706-724. <https://doi.org/10.1002/tea.20172>
- Leach, J. (1999). Students' understanding of the co-ordination of theory and evidence in science. *International Journal of Science Education*, 21(8), 789-806. <https://doi.org/10.1080/095006999290291>
- Lee, C. A. & Houseal, A. (2003). Self-efficacy, standards and benchmarks as factors in teaching elementary school science. *Journal of Elementary Science Education*, 15(1), 37-56. <https://doi.org/10.1007/BF03174743>
- Lemke, C. (2002). *enGauge 21st century skills: Digital literacies for a digital age*. North Central Regional Educational Laboratory.
- Manstead, A. S. R. (2018). The psychology of social class: How socioeconomic status impacts thought, feelings, and behaviour. *British Journal of Social Psychology*, 57, 267-291. <https://doi.org/10.1111/bjso.12251>
- Mayer, D., Sodian, B., Koerber, S. & Schwippert, K. (2014). Scientific reasoning in elementary school children: Assessment and relations with cognitive abilities. *Learning and Instruction*, 29 (2014), 43-55. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.07.005>
- Mercer, N., Dawes, L., Wegerif, R. & Sams, C. (2004). Reasoning as a scientist: Ways of helping children to use language to learn science. *British Educational Research Journal*, 30(3), 359-378. <https://doi.org/10.1080/01411920410001689689>
- Olani, A., Harskamp, E., Hoekstra, R. & van der Werf, G. (2010). The roles of self-efficacy and perceived teacher support in the acquisition of statistical reasoning abilities: A path analysis. *Educational Research and Evaluation*, 16(6), 517-528. <https://doi.org/10.1080/13803611.2011.554742>
- On, C. H. (2010). *How do teachers' beliefs affect the implementation of inquiry-based learning in the PGS curriculum? A case study of two primary schools in Hong Kong*. (Doctoral Dissertation, Durham University, UK). Retrieved from <http://etheses.dur.ac.uk/320/>
- Öz, E. (2020). *Ortaöğretim öğrencilerinin orantısız akıl yürütme becerilerinin incelenmesi*. (Doktora tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Özdamar, K. (2016). *Eğitim, sağlık ve davranış bilimlerinde ölçek ve test geliştirme yapısal eşitlik modellemesi: IBM SPSS, IBM SPSS AMOS ve MINITAB uygulamalı* (1. Baskı). Nisan Kitabevi.
- Renzulli, J. S., Gentry, M. & Reis, S. M. (2004). A time and a place for authentic learning. *Educational Leadership*, 62(1), 73-77.
- She, H. C. & Liao, Y. W. (2010). Bridging scientific reasoning and conceptual change through adaptive web-based learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(1), 91-119. <https://doi.org/10.1002/tea.20309>
- Stylianides, G. J., Stylianides, A. J. & Shilling-Traina, L. N. (2013). Prospective teachers' challenges in teaching reasoning and proving. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11(6), 1463-1490. <https://doi.org/10.1007/s10763-013-9409-9>
- Tajudin, N. M., Saad, N. S., Rahman, N. A., Yahaya, A., Alimon, H., Dollah, M. U. & Abd Karim, M. M. (2012). Mapping the level of scientific reasoning skills to instructional methodologies among Malaysian science-mathematics-engineering undergraduates. *AIP Conference Proceedings of the 5th Conference on Research and Education in Mathematics*, 1450, 262-265. <https://doi.org/10.1063/1.4724151>
- Varma, K. (2014). Supporting scientific experimentation and reasoning in young elementary school students. *Journal of Science Education and Technology*, 23(3), 381-397. <https://doi.org/10.1007/s10956-013-9470-8>
- Voogt, J. & Roblin, N. P. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21<sup>st</sup> century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies*, 44(3), 299-321.
- Walker, M. D. (2007). *Teaching inquiry-based science: A guide for middle and high school teachers*. Lightning Source.
- Windschitl, M., Thompson, J. & Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92, 941-967. <https://doi.org/10.1002/sce.20259>
- Wooley, J. S., Deal, A. M., Green, J., Hathenbruck, F., Kurtz, S. A., Park, T. K. H., Pollock, S. V., Transtrum, M. B. & Jensen, J. L. (2018). Undergraduate students demonstrate common false scientific reasoning strategies. *Thinking Skills and Creativity*, 27, 101-113. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.12.004>
- Wu, M., Tseng, K. H. & Greenan, J. P. (2003, September 17-20). *How can reasoning skills be improved? An experimental study of the effects of reasoning skills curriculum on reasoning skills development for students in postsecondary technical education programs*. Paper presented at the European Conference on Educational Research, University of Hamburg, Germany. Retrieved from <http://www.leeds.ac.uk/educol/documents/00003391.htm>
- Zimmerman, C. (2000). The development of scientific reasoning skills. *Developmental Review*, 20(1), 99-149. <https://doi.org/10.1006/drev.1999.0497>
- Zimmerman, C., Raghavan, K. & Sartoris, M. (2003). The impact of the MARS curriculum on students' ability to coordinate theory and evidence. *International Journal of Science Education*, 25(10), 1247-1271. <https://doi.org/10.1080/0950069022000038303>
- Zulkipli, Z. A., Yusof, M. M. M., Ibrahim, N. & Dalim, S. F. (2020). Identifying scientific reasoning skills of science education students. *Asian Journal of University Education*, 16(3), 275-280. <https://doi.org/10.24191/ajue.v16i3.10311>