



Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Okuryazarlık Düzeyi ile Bazı Bilişsel Değişkenler Arasındaki İlişkinin İncelenmesi *

Feride Şahin ¹, Salih Ateş ²

Öz

Bu çalışmanın amacı, yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlık düzeyleri ile mantıksal düşünme yetenekleri, bilişsel stilleri (alan bağımlı/alan bağımsız), fonksiyonel mental kapasiteleri ve zihinsel döndürme yetenekleri arasındaki olası ilişkileri modellemektir. Bu amaçla belirtilen değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklayacağı düşünülen bir teorik model ortaya konmuş daha sonra bu model Yapısal Eşitlik Modellemesi (YEM) teknikleri kullanılarak test edilmiştir. Araştırmanın örneklemini, Ankara merkez ilçelerinden seçkisiz tabakalı örnekleme yöntemi ile belirlenen 823 yedinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışmada toplanan verilerin analizi araştırmada önerilen teorik modeli desteklemektedir. Modele göre, yedinci sınıf öğrencilerinin mantıksal düşünme yetenekleri öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerini sadece doğrudan etkileyen tek değişkendir. Alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller hem doğrudan hem diğer bütün bilişsel değişkenler üzerinden dolaylı olarak bilimsel okuryazarlık düzeyini etkilemektedir. Fonksiyonel mental kapasite hem doğrudan hem de zihinsel döndürme yeteneği ve mantıksal düşünme yeteneği üzerinden dolaylı olarak bağımlı değişkeni etkilemektedir. Zihinsel döndürme yetenekleri hem doğrudan hem de sadece mantıksal düşünme yeteneği üzerinden dolaylı olarak bilimsel okuryazarlık düzeylerini etkilemektedir. Son olarak araştırmadan elde edilen bulgular, ilgili alan yazındaki araştırmalarla karşılaştırılarak, araştırmacılara ve fen eğitimi uygulayıcılarına öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler

Bilimsel Okuryazarlık
Bilişsel Bireysel Farklılıklar
Mantıksal Düşünme Yeteneği
Alan Bağımlı/Alan Bağımsız
Bilişsel stiller
Mental Kapasite
Zihinsel Döndürme Yeteneği
Yapısal Eşitlik Modellemesi

Makale Hakkında

Gönderim Tarihi: 27.02.2019
Kabul Tarihi: 21.05.2020
Elektronik Yayın Tarihi: 28.07.2020

DOI: 10.15390/EB.2020.8552

* Bu makale Feride Şahin'in Salih Ateş danışmanlığında yürüttüğü "Yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlıkları ile bazı bilişsel değişkenler arasındaki ilişkinin incelenmesi" başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.

¹ Celal Bayar Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Türkiye, feride_celik84@hotmail.com

² Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Türkiye, s.ates@gazi.edu.tr

Giriş

Öğrencileri bilimsel okuryazar bireyler olarak yetiştirebilmek, uzun yıllardır fen eğitiminin temel amaçlarından (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2006, 2013, 2017; National Research Council, 1996, 2012; Osborne, 2007). Bilimsel okuryazar birey yetiştirmek hem toplum hem birey açısından çok önemlidir ancak bu amacı gerçekleştirmek oldukça zordur (Laugksch, 2000). Bilimsel okuryazarlığın çok bileşenli bir yapıya sahip olması, derslerde kullanılan öğretim, ölçme değerlendirme yaklaşımları, öğretmenler ve öğrenciler arasındaki bireysel farklılıklar ve bu değişkenlerin birbiriyle olan etkileşiminden dolayı bilimsel okuryazarlık vizyonunu gerçekleştirmek zorlaşmaktadır (Lipuma, 2008). Bu nedenle toplumların bilimsel okuryazarlık düzeyinin gelişimi üzerine etkisi olduğu düşünülen bireysel farklılıklar arasındaki ilişkilerin ve etkilerin araştırılması, fen eğitimi açısından önem taşımaktadır.

Program geliştiricilerinin ve öğretmenlerin etkili bir öğretme-öğrenme sürecini planlayabilmeleri için öğrencilere ait bireysel farklılıkları bilmeleri önemlidir (Kubat, 2018). Bu sebeple bireysel farklılıklar ve bu farklılıkların eğitim-öğretim sürecine etkisi son yıllarda eğitim araştırmalarında yaygın araştırılan konulardan biridir. Bireysel farklılıklar, bilişsel, duyuşsal ve psikomotor boyutlarda olabilmektedir. Bu araştırmada öğrencilerin bilişsel boyuttaki bireysel farklılıklarının bilimsel okuryazarlık düzeyine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla bu süreci etkilemesi muhtemel bilişsel boyuttaki bireysel farklılıkları tespit edebilmek için ERIC ve Web of Science veri tabanlarında "fen başarısı" ve "bireysel farklılık" anahtar kelimeleri kullanılarak, 1975-2017 yılları arasında fen eğitimi alanında yapılan araştırmalar listelenmiştir. Tarama sonucunda bilişsel boyuttaki bireysel farklılıklara ilişkin araştırmaların %31'inin mantıksal düşünme yeteneği; %27'sinin bilişsel stiller; %22'sinin mental kapasite (çalışma hafızası kapasitesi); %8'inin uzamsal yetenek; %6'sının akıcı ve kristalize zekâ; %5'inin kontrol odağı ve %1'inin yaratıcılık ile ilgili olduğu görülmüştür. Bu sonuçlardan yola çıkarak, alan yazında sıklıkla araştırılan ve birbirleri ile nedensel, korelasyonel ve nedensel olmayan ilişkileri bulunan, mantıksal düşünme yeteneği, bilişsel stiller, mental kapasite ve uzamsal yetenek bilişsel değişkenlerinin, öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerine olan etkisi ele alınmıştır.

Bilişsel boyuttaki bireysel farklılıklar arasında üzerinde en fazla araştırma yapılan değişkenlerden birisi mantıksal düşünme yeteneğidir (Ersanlı, Gencoglu ve Duran, 2018). Mantıksal düşünme yeteneği, Piaget'in Bilişsel Gelişim Kuramı çerçevesinde ele alınmaktadır. Kuramın bu çalışmanın örneklemini oluşturan öğrenci seviyesi açısından en yaygın araştırılan boyutu somut ve soyut işlemler dönemi özellikleri ve bu özelliklerin fen başarısıyla olan ilişkisidir (Ateş ve Çataloğlu 2007; Lawson, 1982; Özarslan ve Bilgin, 2016; Vadapally, 2014; Valanides, 1996). Öğrencilerin, soyut işlemler döneminde sahip olması beklenen mantıksal düşünme yetenekleri ve bu yeteneklerin gelişimi, fen bilimleri eğitimi araştırmalarının odağında bulunmaktadır (Cheng, She ve Huang, 2018; Lawson, 1992a, 1992b; Shayer ve Adey, 1992; Vadapally, 2014; Yüksel ve Ateş, 2017). Bu alanda yapılan araştırmalar bu yeteneğin, fen başarısının en önemli yordayıcılarından biri olduğunu göstermektedir (Araz ve Sungur, 2007; Lawson, 1985; Shayer ve Adey, 1992, 1993; Stender, Schwichow, Zimmerman ve Härtig, 2018; Vadapally, 2014).

Piaget'in bilişsel gelişim kuramı pek çok yönüyle kabul görmüş olsa da kuramın eleştirilen bazı noktaları bulunmaktadır. Kuramla ilgili önemli eleştirilerden biri, bireylerin "epistemik denek" olarak tanımlanarak bireysel farklılıkların dikkate alınmamasıdır. Kuramın varsayımlarını temel olarak kabul ederek, eleştirel noktalara cevap vermeye çalışan bilim insanlarından olan Pascual-Leone Yapılandırıcı Operatör Kuramını (YOK) geliştirmiştir. Kuramda fen başarısını yordayan önemli bir değişken olan mantıksal düşünme yeteneğini etkileyecek farklı bir değişkene vurgu yapılmaktadır. Pascual-Leone, mental kapasitenin, öğrenci başarısını etkileyen önemli bir değişken

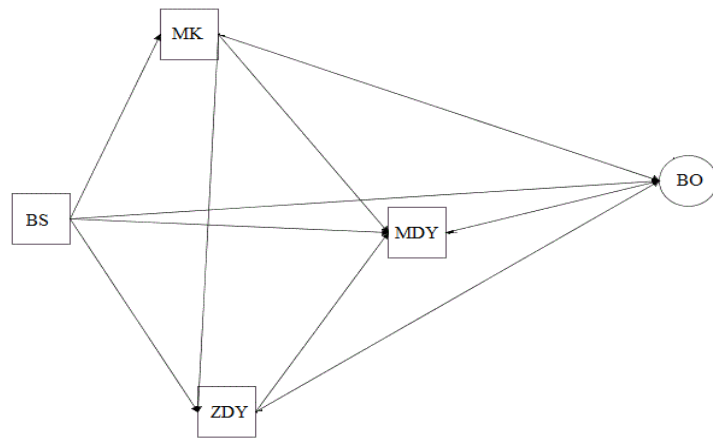
olduğunu ifade etmektedir (Pascual-Leone ve Goodman, 1979). Mental kapasite, yapılan etkinlikle ilgili zihindeki şemaların aktifleşmesini sağlayan sınırlı bir kaynağı ifade etmektedir. Mental kapasitenin fen başarısı üzerindeki etkisini açıklayan çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Pascual-Leone ve Johnson, 2005, 2011; Tsaparlis, 2005; Stamovlisis, 2010). Bu kapasite hem yaş ile birlikte artmakta hem de aynı yaş grubu bireylerde farklılık gösterebilmektedir (Pascual-Leone ve Johnson, 2005, 2011). Kuramsal olarak ortaya konan ve bireylerin sahip olduğu varsayılan bu kapasiteye yapısal mental kapasite denilmektedir. Yapısal mental kapasitenin çeşitli motivasyonel faktörler ve bilişsel stiller gibi bilişsel faktörlerden etkilenecek, bilişsel görevler sırasında tamamiyle kullanılamayabildiği ifade edilmektedir. Bu faktörlerin etkisi sonucunda yapısal mental kapasitenin kullanabildiğimiz formuna fonksiyonel mental kapasite denilmektedir (Pascual-Leone, 1970). Fonksiyonel mental kapasite de ez az sıfır en çok da yapısal mental kapasitenin değerini alabilmektedir (Niaz, 1992).

Bilişsel stiller, bireylerin yapısal mental kapasitelerinin kullanımını etkileyen değişkenlerden biridir (Niaz, 1992; Pascual-Leone, 1970). Morgan'a göre (1997) bilişsel stiller, bir bireyin bilgiyi elde etmede ya da öğrenmede kullandığı karakteristik bir özelliktir. Bilişsel stillerin bireylerin yaptığı tüm faaliyetlerin alt yapısında bulunarak, yönelimlerini etkilediği ifade edilmektedir (Witkin, Moore, Goodenough ve Cox, 1977). Bilişsel stiller alan yazınında, çok sayıda sınıflama yer alsa da bu alanda en çok araştırılan sınıflama alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller sınıflandırmasıdır (Witkin vd., 1977). Alan bağımlı bireyler alanın karmaşık yapısını çözümlenmede ve belirli bir ögeyi karmaşık bir bütün içinden bulup çıkarabilmede dışsal uyarıcılardan etkilenirken alan bağımsız bireyler ise içsel uyarıcılardan daha fazla etkilenmektedirler (Jonassen ve Grabowski, 1993). Alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller ile ilgili araştırmalarda bu yapının akademik başarının önemli yordayıcılarından biri olduğu ve alan bağımsız bireylerin genel olarak alan bağımlılardan daha başarılı olduğu belirtilmektedir (Terrell, 2002; Tinajero ve Paramo, 1998). Fen eğitimi alanındaki çalışmalarda da benzer sonuçlar görülmektedir (Ateş ve Çataloğlu, 2007; Çataloğlu ve Ateş, 2014; Idika, 2017; Morris, Farran ve Dumontheil, 2019; Özarslan ve Bilgin, 2016). İlgili alan yazında alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stillerin sadece öğrencilerin fen başarısıyla değil, mantıksal düşünme yetenekleri, fonksiyonel mental kapasiteleri, uzamsal yetenekleriyle de anlamlı bir ilişkisinin olduğu görülmektedir (Ahmar, Rahman ve Mulbar, 2018; Hindal, Reid ve Badgaish, 2009; Schmidt ve Scerbo, 2004; Stamovlisis, 2010; Stamovlisis ve Papageorgiou, 2012; Yazıcı, 2014).

Yaygın olarak araştırılan diğer bir bilişsel bireysel farklılık uzamsal düşünme yeteneğidir (Harle ve Towns, 2011). Bu yetenek fen derslerindeki öğrenci başarısının önemli yordayıcılarından birisidir (Ganley, Vasilyeva ve Dulaney, 2014). Zihinsel döndürme yeteneği, uzamsal düşünme yeteneğinin bileşenlerinden biridir ve fen, teknoloji, mühendislik, matematik alanlarındaki öğrenci başarısı için önemli bir değişkendir (Castro-Alonso ve Uttal, 2019; Harle ve Towns, 2011; Langlois, Bellemare, Toulouse ve Wells, 2019; Uttal ve Cohen, 2012; Peters, Lehmann, Takahira, Takeuchi ve Jordan, 2006; Wai, Lubinski ve Benbow, 2009). Bu alanda yapılan araştırmalarda zihinsel döndürme yeteneğinin mantıksal düşünme yeteneğinin de anlamlı yordayıcısı olduğu, mental kapasite ve bilişsel stiller ile de anlamlı pozitif yönde ilişkisinin olduğu görülmektedir (Hacıömeroğlu ve Hacıömeroğlu, 2017; Idris, 1998; Schmidt ve Scerbo, 2004). Yapılan bazı araştırmalarda bireylerin uzamsal yeteneklerinin çalışma hafızası kapasitesinin bir fonksiyonu olarak da ele alındığı görülmektedir (Hegarty ve Waller, 2006; Miyake, Friedman, Rettinger, Shah ve Hegarty, 2001). Bu araştırmada ele alınan mental kapasitenin çalışma hafızasının bir bileşeni olduğu düşünüldüğünde, çalışma hafızası ve uzamsal yetenek arasında bulunan nedensel ilişkinin, mental kapasite ve uzamsal yetenek arasında da görüleceği öngörülmüştür.

Yukarıda belirtildiği gibi fen bilimleri eğitimi alanında bireysel farklılıklar ve fen başarısı arasındaki ilişkileri inceleyen ve bu ilişkileri ortaya koyan birçok çalışma görülmektedir. Bu çalışmalarda, fen başarısı çoğunlukla fen derslerindeki konulara ilişkin bölüm veya ünite sonu klasik

fen problemleri çözme yeteneğinin ölçülmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Mantıksal düşünme yeteneği, mental kapasite, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller, zihinsel döndürme yeteneği gibi bireysel farklılıklar alan yazını incelediğinde bu değişkenlerle belirtilen yapıda tanımlanan fen başarısı arasında pozitif yönde bir ilişkinin olduğu ve aynı zamanda bu değişkenlerin fen başarısının yordayan önemli değişkenler olduğu görülmektedir. Fakat günümüzde öğrencilerin fen başarısının sadece problem çözme yeteneği olarak değil bilimsel okuryazarlık veya bilimsel okuryazarlığının bileşenleri açısından ölçülmesi ve belirtilen ilişkilerin yeniden yorumlanması gerektiği önerilmektedir (Ateş ve Çataloğlu, 2007; Lawson vd., 2000; Sencar ve Eryılmaz, 2004). Alan yazında bilimsel okuryazarlık olarak tanımlanan fen başarısı ve belirtilen bilişsel değişkenler arasındaki muhtemel ilişkileri inceleyen çok sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır. Ayrıca alan yazında bilimsel okuryazarlık ve belirtilen bilişsel bireysel farklılıklar arasındaki muhtemel doğrudan ve dolaylı ilişkileri bir model üzerinde aynı anda sistemli bir şekilde inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Oysaki bilimsel okuryazarlık çağdaş eğitimin temel hedefidir (Laugksch, 2000). Birçok ülkede bilimsel okuryazar bireylerin yetişmesi bilim eğitimi reformlarının ortak vurgusudur (Liu, 2009). Bu sebeple belirtilen bireysel farklılıklarla fen başarısı arasındaki ilişkilerin bilimsel okuryazarlık boyutunda, tekrar incelendiği çalışmalara ihtiyaç olduğu görülmektedir. Bu çalışmada Fives, Huebner, Birnbaum ve Nicolich'nin (2014) çalışmalarında tanımladığı gibi, bireylerin herhangi bir bilim alanının doğası ve süreçleri hakkında bilgi sahibi olmaları, bu şekilde de bilimi pragmatik ve anlamlı bir şekilde günlük yaşamda kullanılabilmeleri şeklinde ele alınan bilimsel okuryazarlık, matematiksel hesaplama gerektiren problem çözme yeteneğinden oldukça farklıdır. Bu çalışmada fen başarısıyla anlamlı ilişkisi olduğu belirtilen bilişsel boyuttaki bireysel farklılıkların, bilimsel okuryazarlık olarak tanımlanan öğrencilerin fen başarı düzeyleriyle olan muhtemel ilişkilerini kuramsal bir modelle ortaya koymak ve bu modeli güçlü bir istatistiksel yöntemle (YEM) test etmek amaçlanmıştır. Önerilen model Şekil 1'de görülmektedir. Önerilen modeldeki tüm yönlü ilişkiler daha önceki araştırma sonuçlarından yola çıkılarak oluşturulmuştur.



Şekil 1. Bilimsel Okuryazarlık (BO), Mantıksal Düşünme Yeteneği (MDY), Bilişsel Stiller (BS), Mental Kapasite (MK) ve Zihinsel Döndürme Yeteneği (ZDY) Arasındaki İlişkilere Ait Teorik Model

Çalışmanın amacı doğrultusunda oluşturulan araştırma soruları aşağıda belirtilmiştir.

1. Öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneğinin bilimsel okuryazarlık puanları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir yordama etkisi var mıdır?
2. Öğrencilerin alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stillerinin bilimsel okuryazarlık puanları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir yordama etkisi var mıdır?
3. Öğrencilerin mental kapasitelerinin bilimsel okuryazarlık puanları üzerindeki istatistiksel olarak anlamlı bir yordama etkisi var mıdır?

4. Öğrencilerin zihinsel döndürme yeteneklerinin bilimsel okuryazarlık puanları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir yordama etkisi var mıdır?

5. Öğrencilerin alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stillerinin mantıksal düşünme yeteneği üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir yordama etkisi var mıdır?

6. Öğrencilerin mental kapasitelerinin mantıksal düşünme yeteneği üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir yordama etkisi var mıdır?

7. Öğrencilerin zihinsel döndürme yeteneklerinin mantıksal düşünme yeteneği üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir yordama etkisi var mıdır?

8. Öğrencilerin alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stillerinin mental kapasiteleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir yordama etkisi var mıdır?

9. Öğrencilerin alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stillerinin zihinsel döndürme yetenekleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir yordama etkisi var mıdır?

10. Öğrencilerinin mental kapasitelerinin zihinsel döndürme yetenekleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir yordama etkisi var mıdır?

Yöntem

Araştırma Deseni ve Örneklem

Yapısal eşitlik modellemesi (YEM) belirli bir teori temel alınarak gözlenebilen ve gözlenemeyen değişkenlerin nedensel ve ilişkisel bir model içerisinde tanımlanmasına dayanan ve aynı zamanda değişkenler arasındaki doğrudan ve dolaylı ilişkileri analiz edebilen çok değişkenli istatistiksel bir yöntemdir (Byrne, 2010). Bu model bireysel farklılıklar ile ilgili yapılan çalışmalarda da sıklıkla kullanılmaktadır. Çünkü bireylerin oluşturduğu gruplar ya da bireyler arasında, daha önceden var olan farklılıkların nedenlerini ya da sonuçlarını tanımlamada kullanılması önerilen modellerden biridir (Fraenkel, Wallen ve Hyun, 2012). Bu nedenle bu çalışmada YEM türlerinden nedensel-karşılaştırmalı model yaklaşımı esas alınmıştır.

Araştırmanın evreni Ankara ili merkez ilçelerinde bulunan resmi okullarda öğrenim gören yaklaşık 49867 yedinci sınıf öğrencisi olarak belirlenmiştir. Seçkisiz tabakalı örnekleme yöntemi kullanılarak seçilen 823 yedinci sınıf öğrencisi araştırmanın örneklemini oluşturmaktadır. İlk olarak evren kendini temsil edecek alt birimlere ayrılmıştır. Sonra bu alt birimlerin her birinden eleman örnekleme yapılmıştır. Alt birimlerde yer alan elemanların örnekleme dâhil edilmesi ise alt birimlerin toplam evrene olan oranı ile orantılı olacak şekilde yapılmıştır (Fraenkel vd., 2012). Bu çalışmada evrene ait alt birim olarak Ankara merkez ilçeleri seçilmiştir. Ankara merkez ilçelerindeki öğrenci sayılarının oranlarına bakılarak, her merkez ilçeden örnekleme dâhil edilecek öğrenci sayısı belirlenmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda; Altındağ ilçesindeki ortaokullardan 90-100 öğrenci; Çankaya ilçesinden 120-130; Etimesgut ilçesinden 80-90; Keçiören ilçesinden 190-200; Mamak ilçesinden 120-130; Pursaklar ilçesinden 70-80; Yenimahalle ilçesinden 120-130 olmak üzere yaklaşık 1000 öğrencinin örnekleme dâhil edilmesine karar verilmiştir. Uygulamanın yapılacağı okullar Ankara merkez ilçelerindeki resmi ortaokulların yer aldığı listeden kura çekilerek belirlenmiştir. Bu çalışmada yaklaşık 1000 öğrenciden veri toplanmıştır ancak YEM'in varsayımlarını test etmek ve veri setindeki kayıp verilerini tespit etmek için yapılan analizler neticesinde, toplam 823 öğrenciden oluşan veri seti çalışmaya dâhil edilmiştir. Örnekleme 446 kız ve 377 erkek öğrenci bulunmaktadır. Fowler'ın (2009) belirttiği hesaplama yöntemine göre yapılan uygun örneklem seçimi analizinde, örneklemin evrene oranının minimum 0.01 olması gerektiği ifade edilmektedir. Çalışmada belirtilen örneklem seçim hesaplamasına göre bu çalışma için buluna değer 0.02'dir (aktaran Creswell ve Creswell, 2017, s.159).

Ölçme Araçları

Bilimsel okuryazarlık testi (BO-S)

Bu çalışmada öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeyini belirleyebilmek için Fives ve diğerleri (2014) tarafından geliştirilen ölçme aracı kullanılmıştır. Bu ölçme aracı hem ortaokul öğrencilerine yönelik olması hem de alan bilgisi gerektirmeyen sorulardan oluşması sebebiyle, araştırmanın evreni ve amacı ile uyumlu olduğu için tercih edilmiştir. Bu ölçme aracı, tek faktörden oluşan sergilenen bilimsel okuryazarlık testi (BO-S) ve üç faktörden oluşan motivasyon ve inançlar (BO-Mİ) ölçeğinden oluşmaktadır. Bu çalışmada bilimsel okuryazarlık testinin tek faktörden oluşan sergilenen bilimsel okuryazarlık testinden (BO-S) alınan puanların belirtilen bilişsel değişkenler ile ilişkisi incelenecektir. Ölçme aracının motivasyon ve inançlar (BO-Mİ) ölçeğinden elde edilen verilerin bilişsel değişkenler ile ilişkisi çalışmaya dahil edilmeyecektir. BO-S, bilimin rolü, bilimsel düşünme ve hareket etme, bilim ve toplum, bilim medya okuryazarlığı, bilimde matematik boyutlarına ilişkin soruları içeren tek boyutlu çoktan seçmeli sorulardan oluşan bir ölçme aracıdır. BO-S'nin Türkçeye adaptasyon çalışması esnasında yapılan doğrulayıcı faktör analiziyle (DFA) testin son halinin uyum indeksleri incelenmiştir (Şahin ve Ateş, 2018). Yapılan analiz sonucundaki Ki-kare değerinin ($\chi^2=178.41$, $N=823$, $sd=135$, $p=0.00$) istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Buna ek olarak ($\chi^2/sd=1.32$; $RMSEA=0.02$; $CFI=0.97$; $TLI=0.96$; $WRMR=0.94$ değerlerini almıştır. Bu değerler verinin modele iyi düzeyde uyum gösterdiğini ortaya koymaktadır (Hu ve Bentler, 1999; Kline, 2005; Schermelleh-Engel, Moosbrugger ve Müller, 2003; Yu, 2002). Bu çalışmada testin KR-20 güvenilirlik katsayısı 0.66 olarak bulunmuştur.

Mantıksal düşünme yetenek testi (MDYT)

Bu çalışmada 11-18 yaş aralığında olan öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerini ölçmek için Tobin ve Capie (1981) tarafından geliştirilen mantıksal düşünme yetenek testi kullanılmıştır. Testin Türkçeye adaptasyonu Geban, Askar ve Özkan (1992) tarafından yapılmış ve testin güvenilirlik katsayısı 0.77 olarak rapor edilmiştir. Test 10 sorudan oluşmaktadır. İlk sekiz soru 2 aşamalıdır. Birinci aşamada çoktan seçmeli sorulardan oluşmakta ikinci aşamada ise 1. aşamada verilen cevabın nedeni sorulmaktadır. Bu sekiz soruda hem soruya hem de cevabın nedenine doğru cevap veren öğrenciye bir puan verilmektedir. Testin son iki sorusu her biri bir puan olan açık uçlu sorulardan oluşmaktadır. Testten en fazla 10 puan alınabilmektedir. Bu çalışmada toplanan verilerle testin yapı geçerliğini test etmek için yapılan DFA analizi neticesinde ki-kare değerinin ($\chi^2=43.55$, $N=790$, $sd=31$, $p=0.00$) istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Buna ek olarak ($\chi^2/sd=1.40$; $RMSEA=0.02$; $CFI=0.99$; $TLI=0.98$; $WRMR=0.77$ değerlerini almıştır. Bu değerler verinin modele iyi düzeyde uyum gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu çalışmada testin KR-20 güvenilirlik katsayısı 0.63 olarak bulunmuştur.

Grup saklı figürler testi (GSFT)

Bu çalışmada öğrencilerin alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stillerini belirlemek için grup saklı figürler testi kullanılmıştır (Witkin, Oltman, Raskin ve Karp, 1971). Bu test bu alanda en yaygın kullanılan testlerden birisidir. Test 3 bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm yedi diğer iki bölüm dokuz sorudan oluşmaktadır. Testin ilk bölümü 2 diğer iki bölümü 5'er dakika içinde tamamlanması gerekmektedir. İlk bölüm öğrencilerin pratik yapmalarını amaçlayan sorulardan oluşmaktadır. Sadece ikinci ve üçüncü bölümdeki sorulardan alınan puanlar toplam puana dâhil edilmektedir. Testten en fazla 18 puan alınabilmektedir. Test Çakan (2003) tarafından Türkçeye adapte edilmiş güvenilirlik katsayısı 0.82 olarak rapor edilmiştir. Bu çalışmada toplanan verilerle testin yapı geçerliğini test etmek için yapılan DFA analizi neticesinde ki-kare değerinin ($\chi^2=396.83$, $N=804$, $sd=135$, $p=0.00$) istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Buna ek olarak ($\chi^2/sd=2.93$; $RMSEA=0.05$; $CFI=0.98$; $TLI=0.97$; $WRMR=1.28$ değerlerini almıştır. Bu değerler verinin modele iyi düzeyde uyum gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu çalışmada testin KR-20 güvenilirlik katsayısı 0.89 olarak bulunmuştur.

Şekil kesişim testi (ŞKT)

Bu çalışmada öğrencilerin fonksiyonel mental kapasitesini belirlemek için Pascual-Leone ve Burtis tarafından geliştirilmiş olan şekil kesişim testi kullanılmıştır (Pascual-Leone ve Johnson, 2011). Test 36 sorudan oluşmaktadır. Her bir sorunun sağ tarafında çeşitli geometrik şekiller ve sol tarafında ise bu geometrik şekillerin üst üste gelmesiyle, kesişmesiyle oluşan karmaşık bir şekil bulunmaktadır.

Her bir soru için öğrencilerden, sol tarafta bulunan karmaşık şeklin içinden sağda bulunan geometrik kesişim bölgelerini işaretlemeleri beklenmektedir. Testten en fazla 36 puan alınabilmektedir. Test araştırmacılar tarafından Türkçeye adapte edilmiştir. Adaptasyon çalışması esnasında yapılan DFA ile testin son halinin uyum indeksleri incelenmiştir. Yapılan analiz sonucundaki ki-kare değerinin ($\chi^2=1099.38$, $N=785$, $sd=594$, $p=0.00$) istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Buna ek olarak ($\chi^2/sd=1.85$; $RMSEA=0.03$; $CFI=0.94$; $TLI=0.94$; $WRMR=1.34$ değerlerini almıştır. Bu değerler verinin modele iyi düzeyde uyum gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu araştırmada testin KR-20 güvenirlik katsayısı 0.89 olarak bulunmuştur.

Zihinsel döndürme yetenek testi (ZDYT)

Bu araştırmada öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin bir boyutu olan zihinde döndürme yeteneklerini belirlemek için Peters et al. (1995) tarafından geliştirilen zihinsel döndürme yetenek testinin temel formatı kullanılmıştır. Test 24 sorudan oluşmaktadır. Her soruda dört seçenektan ikisi doğrudur. Testten alınacak toplam puan 48'dir. Testteki soruların her birinde birim küplerle oluşturulmuş bir şeklin farklı açılarla döndürüldüğünde oluşacak yeni halinin farklı yönlerden görünümünün bulunması istenmektedir. Test Yıldız ve Tüzün (2011) tarafından Türkçeye adapte edilmiş güvenirlik katsayısı 0.71 olarak rapor edilmiştir. Bu çalışmada toplanan verilerle testin yapı geçerliğini test etmek için yapılan DFA analizi neticesinde ki-kare değerinin ($\chi^2=482.69$, $N=759$, $sd=252$, $p=0.00$) istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Buna ek olarak ($\chi^2/sd=1.91$; $RMSEA=0.04$; $CFI=0.91$; $TLI=0.90$; $WRMR=1.15$ değerlerini almıştır. Bu değerler verinin modele iyi düzeyde uyum gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu araştırmada testin KR-20 güvenirlik katsayısı 0.77 olarak bulunmuştur.

Uygulama

Bu çalışmaya ilişkin veri toplama süreci 2015-2016 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde araştırmacılar tarafından yapılmıştır. Uygulama öncesi Ankara İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden gerekli izinler alınmıştır. Uygulamada 5 ölçme aracı kullanılacağı için detaylı bir planlama yapılmıştır. Planlama yapılırken bazı hususlara dikkat edilmiştir. Bunlardan ilki, bir okulda 5 ölçme aracının uygulama süresi toplam 2 hafta olacak şekilde planlanmıştır. Bu düzenleme öğrencilerde oluşabilecek test yorgunluğunun önüne geçmek için yapılmıştır. İkinci husus ise her bir okuldaki uygulamanın 2 hafta içinde tamamlanmış olmasına dikkat edilmesidir. Bu düzenlemenin amacı ise uygulama boyunca oluşabilecek mevsimsel değişikliklerden kaynaklanabilecek performans farklılıklarını en aza indirmektir. Üçüncü husus öğrencilerin sınav zamanları dikkate alınarak planlamanın yapılmasıdır. Uygulamalar öğrencilerin sınav haftalarının dışındaki haftalarda yapılmıştır. Bu düzenleme öğrencilerde sınav stresinden kaynaklanabilecek performans farklılıklarının önüne geçmek için yapılmıştır. Dördüncü husus uygulamanın tamamlanma zamanına ilişkindir. Veri toplama süreci toplam 2.5 ay sürecek ve mayıs ayı sonunda bitecek şekilde planlanmıştır. Bu düzenleme ise havaların ısınması ve dönem sonu yorgunluğu nedeni ile öğrencilerin motivasyonlarında ortaya çıkabilecek düşüşün test performansına yansımalarını engellemek amaçlanmıştır. Planlamalarda dikkat edilen son husus ise Beden Eğitimi derslerinde uygulamanın yapılmamasıdır. Bu düzenlemenin sebebi ise öğrencilerin çok sevdiği bu dersin süresinin farklı amaçlar için kullanılmasından kaynaklanabilecek olumsuz tutumun, öğrenci test performansını etkilemesini önlemeye çalışmaktır. Belirtilen hususlar dikkate alınarak yapılan planlamadan sonra belirlenen zamanlarda okullara gidilerek uygulama yapılmıştır. Uygulamaya başlamadan önce tüm katılımcılar çalışmanın amacı, önemi hakkında bilgilendirilmiş ve uygulamaya ilişkin gerekli bilgiler verilmiştir. Aynı zamanda öğrencilerden elde edilen verilerin araştırma dışında başka hiçbir yerde kullanılmayacağı ve araştırma sonucunda alacakları puanların ders notlarını etkilemeyeceği belirtilmiştir. Uygulama esnasında katılımcılar zorlanmamış, sadece gönüllü olan katılımcılar uygulamaya dâhil edilmiştir. Uygulama esnasında, uygulamaya devam etmek istemeyen katılımcıların ölçekleri geçersiz sayılmıştır.

Veri toplama sürecinden sonra testlerin kodlanması araştırmacılar tarafından yapılmış, puanların bilgisayar ortamına girişi yapılmıştır.

Bu araştırmada gerek veri toplama gerekse verilerin analizi sırasında oluşabilecek iç geçerlik tehditlerinin (katılımcı özellikleri, katılımcı kaybı, lokasyon, enstrümantasyon, puanlama, uygulama zamanı, olgunlaşma, katılımcı tutumu, regresyon ve uygulama) önüne geçmek için çeşitli tedbirler alınmıştır. Bu çalışma sadece Ankara merkez ilçelerindeki devlet okullarında okuyan yedinci sınıf öğrencileri ile yürütülerek, katılımcı özellikleri (yaş ve sosyo-ekonomik düzey) ve lokasyona ilişkin tehditler kontrol altına alınmaya çalışılmıştır. Katılımcı kaybına ilişkin tehdidin önüne geçebilmek için, daha büyük bir örnekleme ulaşılarak uygulamanın yapılması sağlanmıştır. Kayıp veri atama tekniği olarak bir çeşit regresyon testi olan çoklu atama (Multiple imputation) tekniği kullanılmıştır. Uygulama zamanı tehdidi, bu araştırmanın en önemli tehdit unsurlarından biridir. Uygulama zamanı ve olgunlaşma tehditini ortadan kaldırmak için, her okulda uygulamanın 2 haftada tamamlanması planlanmıştır. Bu şekilde veri toplama süreci toplamda 2.5 ay sürmüştür. Aynı amaçla öğrencilerin sınavlarının ve beden eğitimi derslerinin olduğu saatlerde uygulama yapılmamıştır. Araştırmada kullanılan testler tüm okullarda aynı sırada uygulanmıştır. Araştırmanın bağımlı değişkeni olan BO-S testi, tüm okullarda ilk gün uygulanmıştır. Araştırmacılar, testler uygulanmadan önce araştırmanın amacı, önemi, toplum açısından ve öğrenciler açısından faydaları hususunda öğrencileri bilgilendirmiştir. Araştırmacılar veri toplanan tüm sınıflarda aynı tutum içinde olmaya özen göstermiştir. Veri toplama sürecinden sonra testlerin puanlaması, önceden hazırlanan cevap anahtarları kullanılarak yapılmıştır. Bu şekilde enstrümantasyon tehdidi, puanlama tehdidi, katılımcı tutumu tehdidinin önüne geçilmeye çalışılmıştır.

Verilerin Analizi

Verilerin analizi üç ana bölümden oluşmaktadır. Bunlar ön veri analizi, betimsel analiz ve yapısal eşitlik modellemesi teknikleri kullanılarak ölçme ve yapısal modelin test edilmesidir.

Bu çalışmada veri analizi sürecinde çalışmanın değişkenleri için uygun kodlamalar yapılmıştır. Bu aşamada; bilimsel okuryazarlık, bilişsel stiller, mental kapasite, mantıksal düşünme yetenek testlerinde doğru yanıtlar 1, yanlışlar 0; zihinsel döndürme testinde ise her sorudan en düşük 0 en yüksek 2 puan alacak şekilde kodlama yapılmıştır. Her veri setlerinde ortalama, mod, minimum, maksimum değerlerini, standart sapmaları ve her bir maddeye verilen cevapların frekans ve yüzdeleri belirlemek için SPSS 23 paket programı kullanılmıştır. SPSS 23 paket programı her bir test için veri setlerinde hatalı veri girişi ve aykırı değer olup olmadığını kontrol etmek, değişkenlerin normal dağılıp dağılmadığını incelemek ve testlerin Cronbach α güvenilirlik katsayısını bulmak için de kullanılmıştır. Çalışmada ölçme ve yapısal modelin test edilmesi Mplus 7.0 programı kullanılarak yapılmıştır.

Etki Büyüklüğü ve Güç

Bu çalışmada her bir içsel değişken için açıklanan varyans oranlarının etki büyüklüğünü gösteren f^2 indeksinin değerinin ve standartlaştırılmış regresyon katsayılarının büyüklüğüne ilişkin etki büyüklüklerinin değerlendirilmesinde Kline'in (2005 yapmış olduğu sınıflama kullanılmıştır. Bu sonuçlar bulgular bölümünde yer almaktadır.

Ayrıca bu çalışmada Saris ve Satorra'nın (1993) önerdiği, teorik modelin gücünü hesaplama yaklaşımı kullanılmıştır (aktaran Schumacker ve Lomax, 2010, s. 94). Bu doğrultuda teorik modele ilişkin merkezi olmayan parametre (The Noncentrality Parameter, $NCP = \chi^2 - df_{model}$) değeri hesaplanmış ve G*Power 3 programı kullanılarak modele ilişkin hipotez testinin güç analizi yapılmıştır. Analizler sonucunda elde edilen güç değeri yaklaşık 0.99 bulunmuştur. Bu sonuç hipotez testinin gücünün oldukça yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir.

Bulgular

Ön Veri Analizi

Ön veri analizi için öncelikle kayıp veri analizi yapılmıştır. Kayıp verilerin ataması için, çoklu atama tekniği kullanılmıştır. Bu aşamadan sonra tek değişkenli ve çok değişkenli uç değer analizi yapılmıştır. Tek değişkenli uç değer analizi için öğrencilerin testlerden aldıkları toplam puanlar z puanlarına dönüştürülmüştür. Puan aralığı +3.29 ve -3.29 dışında kalan 19 kişi veri setinden çıkarılmıştır. Çok değişkenli uç değer analizi için mahalnobis uzaklığı (mi2) hesaplanmıştır ve $\alpha=0,001$ anlamlılık düzeyi için χ^2_p (0,001) değeri bulunmuş, bu değerden büyük mi2 değerine sahip gözlemler çok değişkenli uç değer olarak belirlenmiştir (Alpar, 2013, s. 132). Bu analiz sonucunda uç değer olarak belirlenen 1 kişi veri setinden çıkarılmıştır. Ek olarak sürekli değişkenlerin normallik varsayımları test edilmiştir. Bu amaçla tüm sürekli değişkenlerin çarpıklık ve basıklık katsayıları hesaplanmıştır. Yapılan analizler sonucunda bu katsayılar 1 ile -1 aralığında bulunmuş ve normal dağılımı sağladığı kabul edilmiştir. İki değişken arasındaki doğrusallık ve eşvaryanslığı araştırmak için saçılım grafiği incelenmiştir ve grafiğin oval olduğu tespit edilmiştir (Tabachnick ve Fidell, 2015, s. 83). Çoklu bağlantılılık problemini incelemek için değişkenler arasındaki korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Bu korelasyon katsayısı değerlerinin 0,60 ile 0,01 aralığında olduğu görülmüştür. Elde edilen değerler 0,80'den küçük olduğu için çoklu bağlantı probleminin olmadığı sonucuna varılmıştır (Kline, 2005). Kline (2005) YEM çalışmalarında analizleri yapabilmek için serbest parametre sayısının 10 ile 20 katı arasındaki örneklem büyüklüğünün yeterli olacağını belirtmektedir. Bu çalışmada serbest parametre sayısı 55'tir. Araştırmanın örnekleminin 823 kişi olduğu düşünüldüğünde yeterli örneklem büyüklüğüne ulaşıldığı görülmektedir.

Betimsel Analiz

Tablo 1'de çalışmada kullanılan testlerden alınan puanlara ilişkin betimsel istatistikler görülmektedir. Betimsel analizlere SPSS 23 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Toplam puanların oluşturduğu dağılımın çarpıklık ve basıklık katsayıları incelendiğinde, bu katsayıların ± 1 sınırları içinde kaldığı ve toplam puanların normal dağılımdan aşırı sapma olmadığını göstermektedir (Mertler ve Vannatta, 2016).

Tablo 1. Testlerden Alınan Puanlara Ait Betimsel İstatistikler

Değişken	Grup	n	Min	Max	Ort	Std.Sap	Çarpıklık	Basıklık
BO-S	Toplam	823	1	17	8,23	3,31	0,16	-0,60
	Kız	445	2	17	9,01	3,21	0,13	0,23
	Erkek	377	1	17	8,05	3,36	0,27	-0,61
MDYT	Toplam	823	0	10	5,43	2,23	0,13	-0,59
	Kız	445	1	10	5,50	2,21	0,11	-0,51
	Erkek	377	0	10	5,33	2,25	0,16	0,25
GSFT	Toplam	823	0	18	7,78	4,93	0,22	-0,98
	Kız	445	0	18	8,07	4,91	0,14	-0,97
	Erkek	377	0	18	7,41	4,93	0,34	0,25
ŞKT	Toplam	823	0	34	19,77	6,17	-0,34	-0,09
	Kız	445	0	34	19,49	6,43	-0,37	0,01
	Erkek	377	1	32	20,06	5,81	-0,29	-0,38
ZDYT	Toplam	823	14	44	27,21	5,15	0,89	0,85
	Kız	445	14	44	26,85	4,67	0,95	1,45
	Erkek	377	15	44	27,67	5,61	0,81	0,25

Bu araştırmada bilimsel okuryazarlık değişkeni dışında tüm diğer değişkenler gözlenen değişken olarak ele alınmıştır. Değişkenler arasında var olan kompleks ilişkiye ilişkin ön değerlendirme yapmak için değişkenler arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Modelde yer alan değişkenlerin birbiri ile olan korelasyon değerleri Tablo 2’de görülmektedir.

Tablo 2. Değişkenler Arasındaki Pearson Korelasyon Katsayıları (n= 823)

	BO	MD	BS	MK	ZD
BO	1				
MDY	0,58**	1			
BS	0,46**	0,49**	1		
MK	0,40**	0,46**	0,56**	1	
ZDY	0,32**	0,32**	0,40**	0,41**	1

**p≤0,01

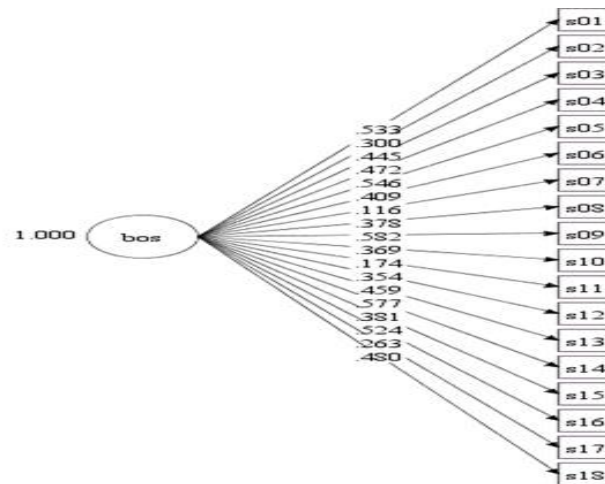
Tablo 2 incelendiğinde bütün değişkenlerin kendi aralarında orta düzeyde pozitif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkisinin olduğu görülmektedir.

Modelin Test Edilmesi

Yapısal Eşitlik Modellemesinin bir türü olan çoklu göstergeler ve çoklu nedenler (ÇGÇN) model yaklaşımı teorik modelin test edilme sürecine, ölçme modelinin test edilmesiyle başlanmasını önermektedir. Bu sebeple ölçme modeli test edildikten sonra yapısal model test edilmiştir.

Ölçme Modelinin Test Edilmesi

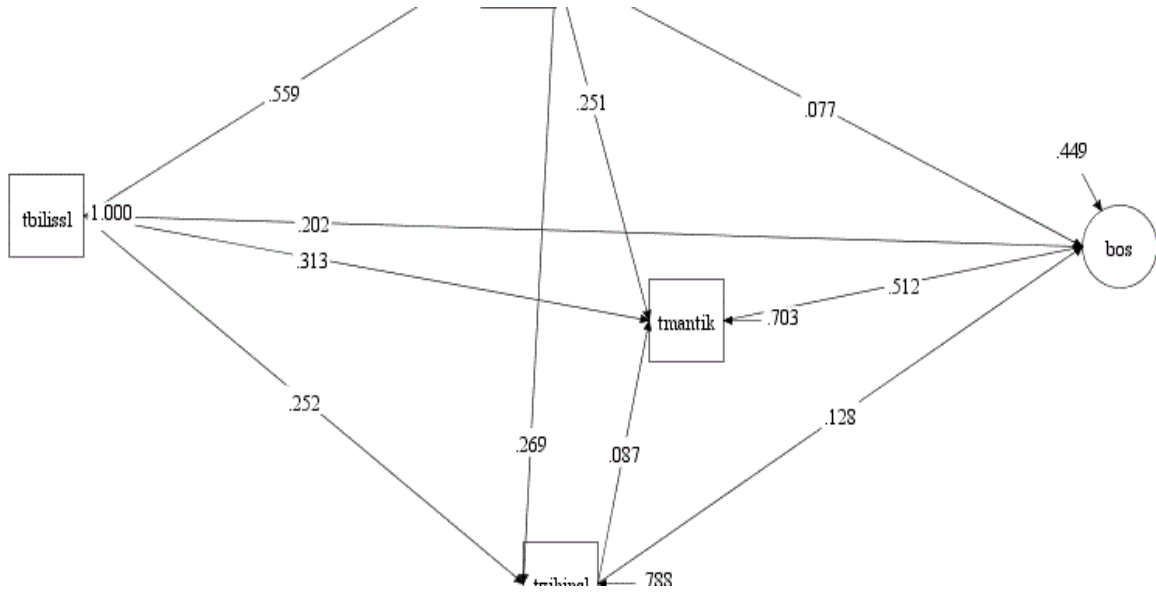
Bu araştırmanın ölçme modelinin analizi, modelde yer alan tek gizil değişken ve aynı zamanda modelin bağımlı değişkeni olan BO-S testinin analizini içermektedir. Çoktan seçmeli 18 sorudan oluşan BO testinin KR-20 güvenirlik katsayısı hesaplanmış ve 0.66 olarak bulunmuştur. Ölçeğin yapı geçerliliği Mplus programı kullanılarak DFA yapılarak incelenmiştir. Yapılan analiz sonucundaki ki-kare değerinin ($\chi^2= 178.41$, N=823, sd=135, p=0.00) istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Buna ek olarak ($\chi^2/sd=1.32$; RMSEA= 0.02; CFI= 0.97; TLI= 0.96; WRMR= 0.94 değerlerini almıştır. Bu değerler verinin modele iyi düzeyde uyum gösterdiğini ortaya koymaktadır. Uyum iyiliği kriterlerine ek olarak her bir sorunun yol katsayısının istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur. Yol diyagramı Şekil 2’de görülmektedir.



Şekil 2. BO-S Doğrulayıcı Faktör Analizi (Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları)

Yapısal Modelinin Test Edilmesi

Şekil 3’de gösterilen yapısal model Mplus programı kullanılarak test edilmiştir.



Şekil 3. Yapısal Model ve Değişkenler Arasındaki Yol Katsayı Değerleri

Yapılan analizler sonucundaki uyum indeksleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 3. Yedinci Sınıf Öğrencileri Bilimsel Okuryazarlık Düzeyine İlişkin Önerilen Model Uyum İndeksleri

Uyum İndeksi	İyi Uyum	Kabul Edilebilir Uyum	Araştırmada Elde Edilen Uyum Değerleri
p değeri	$0,05 \leq p \leq 1$	$0,01 \leq p \leq 0,05$	0,00
χ^2/sd	$0 \leq \chi^2/sd \leq 2$	$2 \leq \chi^2/sd \leq 5$	1,38
RMSEA*	$0 \leq RMSEA \leq 0,05$	$0,05 \leq RMSEA \leq 1,00$	0,02
CFI	$0,95 \leq CFI \leq 1,00$	$0,90 \leq CFI \leq 0,95$	0,97
TLI	$0,95 \leq TLI \leq 1,00$	$0,90 \leq TLI \leq 0,95$	0,97
WRMR	$WRMR \leq 0,95$	$0,95 \leq WRMR \leq 1,00$	0,93

* RMSEA değeri %90 güven aralığı 0,015 ile 0,027 değerleri arasındadır.

Uyum indekslerinden elde edilen değerlere bakıldığında elde edilen verinin model ile iyi seviyede uyum gösterdiği söylenebilmektedir (Hu ve Bentler, 1999; Wheaton, Muthen, Alwin ve Summers, 1977; Kline, 2005; Schermelleh-Engel vd., 2003; Yu, 2002). Ancak bu tek başına yeterli değildir, değişkenler arasında tanımlanan yol katsayılarının değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olması gerekmektedir. Bu amaçla yapılan analiz sonuçları Tablo 4’te görülmektedir. Bu tabloda yer alan araştırma soruları önceki bölümlerde açıklanmıştır.

Tablo 4. Model Parametrelerinin Standartlaştırılmamış ve Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları

Araştırma soruları	Parametre	Standartlaştırılmamış Regresyon Katsayısı	SE	Standartlaştırılmış Regresyon Katsayısı
1	MDY → BO	0,12*	0,01	0,51
2	BS → BO	0,02*	0,00	0,20
3	MK → BO	0,01*	0,00	0,08
4	ZDY → BO	0,01*	0,00	0,13
5	BS → MDY	0,14*	0,02	0,31
6	MK → MDY	0,09*	0,02	0,25
7	ZDY → MDY	0,04*	0,01	0,09
8	BS → MK	0,70*	0,04	0,56
9	BS → ZDY	0,26*	0,04	0,25
10	MK → ZDY	0,23*	0,03	0,27

*p≤0,05

Yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi mantıksal düşünme yeteneğinin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerindeki etkisi ($\beta=0,51$, $p\leq 0,05$); bilişsel stillerin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerindeki etkisi ($\beta=0,20$, $p\leq 0,05$); mental kapasitenin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerindeki etkisi ($\beta=0,08$, $p\leq 0,05$); zihinsel döndürme yeteneğinin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerindeki etkisi ($\beta=0,13$, $p\leq 0,05$) istatistiksel olarak anlamlı görülmektedir. Bilişsel stillerin mantıksal düşünme yeteneği üzerindeki etkisi ($\beta=0,34$, $p\leq 0,05$); mental kapasitenin mantıksal düşünme yeteneği üzerindeki etkisi ($\beta=0,25$, $p\leq 0,05$); zihinsel döndürme yeteneğinin mantıksal düşünme yeteneği üzerindeki etkisi ($\beta=0,09$, $p\leq 0,05$) de istatistiksel olarak anlamlıdır. Ayrıca bilişsel stillerin mental kapasite üzerindeki etkisi ($\beta=0,56$, $p\leq 0,05$); bilişsel stillerin zihinsel döndürme yeteneği üzerindeki etkisi ($\beta=0,25$, $p\leq 0,05$); mental kapasitenin zihinsel döndürme yeteneği üzerindeki etkileride ($\beta=0,27$, $p\leq 0,05$) istatistiksel olarak anlamlıdır.

Yapısal eşitlik modeli çalışmalarında doğrudan etkilerin yanı sıra dolaylı etkilerin ve doğrudan ve dolaylı etkilerin oluşturduğu toplam etkilerin de hesaplanması önem taşımaktadır. Modeldeki toplam, dolaylı ve doğrudan etkiler ve bunlara ek olarak modelde yordanan (bağımlı) ve mediatör (yönlendirici) değişkenler için diğer değişkenler tarafından açıklanan varyans yüzdeleri Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. Modelde Yer Alan Doğrudan, Dolaylı ve Toplam Etkiler

Yordanan Değişkenler	Yordayan Değişkenler	Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları		
		Doğrudan	Dolaylı	Toplam
Bilimsel Okuryazarlık ($R^2= 0,55$)	MDY	0,51*	-	0,51*
	BS	0,20*	0,35*	0,55*
	ZDY	0,13*	0,04*	0,17*
Mantıksal Düşünme Yeteneği ($R^2=0,30$)	MK	0,08*	0,17*	0,25*
	BS	0,31 *	0,18*	0,49*
	MK	0,25*	0,03*	0,28*
Mental Kapasite ($R^2=0,31$)	ZDY	0,09*	-	0,09*
	BS	0,56*	-	0,56*
Zihinsel Döndürme Yeteneği ($R^2=0,21$)	BS	0,25*	0,15*	0,40*
	MK	0,27*	-	0,27*

*p≤0,05

Yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi mantıksal düşünme yeteneğinin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerindeki doğrudan etkisi ($\beta=0,51$, $p\leq 0,05$), bilişsel stillerin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerindeki doğrudan etkisi ($\beta=0,20$, $p\leq 0,05$), mental kapasitenin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerindeki doğrudan etkisi ($\beta=0,08$, $p\leq 0,05$) ve zihinsel döndürme yeteneğinin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerindeki doğrudan etkisi ($\beta=0,13$, $p\leq 0,05$) istatistiksel olarak anlamlı görülmektedir. Bilişsel stillerin mantıksal düşünme yeteneği üzerindeki doğrudan etkisi ($\beta=0,34$, $p\leq 0,05$), mental kapasitenin mantıksal düşünme yeteneği üzerindeki doğrudan etkisi ($\beta=0,25$, $p\leq 0,05$) ve zihinsel döndürme yeteneğinin mantıksal düşünme yeteneği üzerindeki doğrudan etkisi ($\beta=0,09$, $p\leq 0,05$) de istatistiksel olarak anlamlıdır. Ayrıca bilişsel stillerin mental kapasite üzerindeki doğrudan etkisi ($\beta=0,56$, $p\leq 0,05$), bilişsel stillerin zihinsel döndürme yeteneği üzerindeki doğrudan etkisi ($\beta=0,25$, $p\leq 0,05$) ve mental kapasitenin zihinsel döndürme yeteneği üzerindeki doğrudan etkileri de ($\beta=0,27$, $p\leq 0,05$) istatistiksel olarak anlamlıdır.

Tabloda görüldüğü üzere bilimsel okuryazarlığı etkilediği düşünülen 4 değişken bilimsel okuryazarlık üzerindeki varyansın %55'ini açıklamaktadır. Değişkenlerin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerine yaptıkları toplam (doğrudan ve dolaylı) etkiler, etki büyüklükleri açısından incelendiğinde, mantıksal düşünme yeteneği ($\beta= 0,51$) ve bilişsel stillerin ($\beta= 0,55$) büyük etkiye; mental kapasite ($\beta= 0,25$) ve zihinsel döndürme yeteneğinin ($\beta= 0,17$) orta büyüklükte bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Bilişsel stillerin bilimsel okuryazarlık üzerindeki, dolaylı yolla olan yordama etkisinin ise orta büyüklükte ($\beta= 0,35$) olduğu görülmektedir (Kline, 2005). Modelde bulunan mantıksal düşünme yeteneğini etkileyen toplam 3 değişken mantıksal düşünme yeteneği üzerindeki varyansın %30'unu açıklamaktadır. Değişkenler yapmış oldukları etkiler, toplam etkiler açısından değerlendirildiğinde, tüm değişkenlerinin sahip olduğu etkiler istatistiksel olarak anlamlıdır. Değişkenlerin mantıksal düşünme yeteneği üzerine yaptığı toplam etkileri etki büyüklükleri açısından incelediğimizde, bilişsel stillerin ($\beta= 0,49$) büyük etkiye; mental kapasitenin ($\beta= 0,28$) orta etki; zihinsel döndürme yeteneğinin ($\beta= 0,09$) düşük etkiye sahip olduğu görülmektedir (Kline, 2005). Modelde bulunan mental kapasite değişkenini etkileyen bilişsel stiller mental kapasite üzerindeki varyansın %31'ini açıklamaktadır. Bu değişkenin yapmış olduğu toplam etki ($\beta= 0,57$) büyük etki düzeyindedir. Modelde bulunan zihinsel döndürme yeteneğini etkileyen bilişsel stiller ve mental kapasite, zihinsel döndürme yeteneği üzerindeki varyansın %21'ini açıklayabilmiştir. Değişkenler yapmış oldukları toplam etkiler açısından değerlendirildiğinde, tüm değişkenlerinin sahip olduğu etkiler istatistiksel olarak anlamlıdır. Değişkenlerin zihinsel döndürme yeteneği üzerine yaptığı toplam etkileri etki büyüklükleri açısından incelediğimizde, bilişsel stillerin ($\beta= 0,40$) ve mental kapasitenin ($\beta= 0,27$) orta etkiye sahip olduğu görülmektedir (Kline, 2005).

Etki Büyüklüğü

Bu çalışmada her bir içsel değişken için açıklanan varyans oranlarının etki büyüklüğünü gösteren f^2 indeksinin değerleri ve bu etki büyüklüğünün yer aldığı kategori Tablo 6'da gösterilmektedir.

Tablo 6. Modelde Bulunan Yapısal Eşitliklerin Etki Büyüklükleri

Yapısal Eşitlik	R ²	f ²	Etki Büyüklüğü Kategorisi
BO	0,55	1,22	Büyük
MDY	0,30	0,43	Büyük
MK	0,31	0,45	Büyük
ZDY	0,21	0,27	Orta

Tablo 6'da görüldüğü üzere öğrencilerin bilimsel okuryazarlıkları ($R^2= 0,55$, $f^2= 1,22$), mantıksal düşünme yetenekleri ($R^2= 0,30$, $f^2= 0,43$) ve mental kapasitelerini ($R^2= 0,31$, $f^2= 0,45$) açıklayan yapısal eşitlikler büyük etki kategorisinde yer alırken; zihinsel döndürme yeteneklerini ($R^2= 0,21$, $f^2= 0,27$) açıklayan yapısal eşitlikler orta etki kategorisinde yer almaktadır.

Tartışma

Bu araştırmada daha öncekilerden farklı olarak değişkenler arasındaki doğrudan ilişkilerin yanı sıra dolaylı ilişkilerinde incelenebildiği bir analiz tekniği kullanılmıştır. Toplam etkiler dikkate alındığında alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stillerin, öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerini, mantıksal düşünme yeteneklerini, mental kapasitelerini, zihinsel döndürme yeteneklerini yordama etkisi en güçlü olan değişken olduğu görülmüştür. Bu bulgular, fen eğitimi alanında bilişsel stillerle ilgili diğer araştırmaların sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Daha önce yapılan araştırmalarda, fen başarısı klasik bölüm veya ünite sonu fen problemleri çözme becerisi olarak tanımlandığı zamanlarda da, alan bağımsız bireylerin alan bağımlılara göre daha başarılı oldukları belirtilmektedir (Ateş ve Çataloğlu, 2007; Bahar ve Hansell, 2000; Bahar, 2003; Çataloğlu ve Ateş, 2014; Danili ve Reid, 2006; Hindal vd., 2009; Karaçam ve Ateş, 2010; Roth, 1990; Morris vd., 2019; Özarslan ve Bilgin, 2016; Sarı, Altıparmak ve Ateş, 2013; Tsaparlis, 2005). Bilimsel okuryazarlık düzeyini etkileyen değişkenler açısından bu sonuç, Witkin ve diğerleri (1977) 'in bilişsel stillerin bireylerin yaptığı tüm faaliyetlerin alt yapısında bulunarak, bireylerin yönelimlerini etkilediğine ilişkin açıklamalarını desteklemektedir. Bu alanla ilgili yapılan bazı araştırmalar bilişsel stillerin bu yapısını Bilgiyi İşleme Modeli ile ilişkilendirilmiş ve bilişsel stillerin bilgi işleme sürecinin başlangıcı kabul edilen algı süzgeci ile alakalı olduğu belirtilmiştir (Hindal vd., 2009). Bu araştırmada, alan yazındaki diğer araştırmalara benzer olarak, öğrencilerin alan bağımsızlık düzeyleri arttıkça bilimsel okuryazarlık düzeyinde artış olduğu bulunmuştur. Araştırmada öğrencilerin bilişsel stillerini belirlemek için kullanılan GSFT'nin, öğrencilerin çok fazla ve karmaşık uyarıcıların bulunduğu bir ortamda gerekli ve istenilen uyarıcıyı (bilgiyi) bulabilme düzeylerinin bir göstergesini ölçtüğü düşünülmektedir. Bu testte alan bağımsız öğrenciler, alan bağımlılara göre daha iyi performans göstermektedir. Testin ölçtüğü bu özellik eğitim ve öğretim sürecindeki bireylerin bilgiyi yeniden yapılandırması sürecinde kritik rol oynamaktadır. Örneğin, bilimsel okuryazarlığın temel bileşenlerinden olan bilimsel süreç becerileri içerisinde, alan bağımsız bilişsel stile sahip bireylerin kolaylıkla kullanabildiği zihinsel yeteneklere gerek duyulmaktadır. Bu yetenekler, bir araştırmanın sonuçlarına etki edeceği düşünülen çok sayıda ve karmaşık bağımsız değişken içerisinde uygun olanları başarılı bir şekilde belirleyebilme ve kontrol etme sürecinde kullanılmaktadır. Benzer şekilde hangi tür problemlerin bilimsel araştırmalar vasıtasıyla çözülebileceğini ve sosyal medyada bulunan pek çok bilgi kaynağı arasında hangilerinin daha güvenilir olduğunu belirlemede de benzer zihinsel özelliklere ihtiyaç duyulmaktadır. Belki de en önemlisi öğretim sürecinde kullanılan gerekli ve gereksiz birçok uyarıcının kullanıldığı karmaşık bağlamlarda öğrenme için gerçekten gerekli bilgiyi bulup kullanma gibi çok önemli bir aşamada alan bağımsız bilişsel stillerin yaygın olarak kullandıkları bu özelliğe ihtiyaç duyulmaktadır.

Araştırmada alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stillerin öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin, mental kapasitelerinin ve zihinsel döndürme yeteneklerinin de en güçlü yordayıcısı olduğu bulunmuştur. Bu sonuç hem Yapılandırmacı Operatörler Kuramı'nın açıklamaları hem de yapılan çalışmaların sonuçlarıyla uyumludur. Alan bağımlı/bağımsız bilişsel stiller ve öğrencilerin MDY'leri arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu, diğer çalışmalarda ortaya konulmuştur (Kwon ve Lawson, 2000; Kypraios, Papageorgiou ve Stamovlasis, 2014; Lawson, 1983; Niaz, 1989, 1996; Papageorgiou, Markos ve Zarkadis, 2016; Stamovlasis, 2010; Stamovlasis ve Papageorgiou, 2012; Stamovlasis, Tsitsipis ve Papageorgiou, 2012; Tsitsipis, Stamovlasis ve Papageorgiou, 2010). Bunlara ek olarak, alan bağımlı/bağımsız bilişsel stillerle öğrencilerin fonksiyonel mental kapasiteleri (Bahar ve Hansell, 2000; Hindal vd., 2009; Johnstone ve Al-Naeme, 1991; Kwon ve Lawson, 2000; Niaz, 1996; Roth, 1990; Tsaparlis, 2005; Stamovlasis, 2010) ve uzamsal yetenekleri (Hindal vd., 2009; Idris, 1998; MacLeod, Jackson ve Palmer, 1986; Piburn, 1980; Schmidt ve Scerbo, 2004) arasında anlamlı ilişkilerin olduğu belirtilmektedir. YOK'un açıklamalarına göre bireyler mental kapasitelerini, bilişsel stiller gibi bazı bireysel farklılıkların etkisinden dolayı verimli bir şekilde kullanmaktadır. (Pascual-Leone, 1970). Bu açıklamaya göre, bir öğrenci karmaşık bir problem durumu veya bağlamla karşılaştığında, problemin çözümü için birinci derecede önemli olmayan bilgiler potansiyel mental kapasitenin bir kısmını kullanmakta ve problem çözümü için gerekli olan bilgilerin işlenmesi için daha az kapasite kalmaktadır.

Bu durumda alan bağımsız öğrenciler problemle ilgili gerekli bilgileri, gereksiz bilgiden kolay ayırt edebildiği için bu öğrencilerin, kullanılabilir daha fazla fonksiyonel mental kapasiteleri bulunmaktadır (Johnstone ve Al-Naeme, 1991). Bu çalışmada bilişsel stillerin, zihinsel döndürme yeteneği üzerindeki yordama etkisinin de anlamlı olduğu bulunmuştur. Bu sonuç daha önce yapılan araştırmaların sonuçlarıyla uyumludur (Hindal vd., 2009; Idris, 1998; MacLeod vd., 1986; Schmidt ve Scerbo, 2004). Yapılan araştırmalarda öğrencilerin, zihinsel döndürme gerektiren etkinlikleri yaparken holistik ve analitik stratejileri kullandıkları açıklanmıştır (Harle ve Towns, 2011; Lohman, 1984; Janssen ve Geiser, 2010). Genellikle holistik stratejiyi kullanan bireyler, cismi zihinde döndürürken bir bütün olarak algılamaktadır. Analitik stratejiyi kullanan bireyler cismi parça parça döndürmeye çalışmaktadırlar. Yapılan araştırmalar, zihinsel döndürme etkinliklerinde holistik stratejiyi kullanan bireylerin daha hızlı olduklarını, analitik stratejiyi kullananların çevredeki detaylara odaklandığı için döndürme işlemini tamamlayabilmek için için daha uzun bir zamana ihtiyaç duyduklarını ortaya koymaktadır (Hirnstein, Bayer ve Hausmann, 2009; Janssen ve Geiser, 2010). Eğer bir öge çevresindeki alandan (bağlamdan) ve çevresel gereksiz uyaranlardan ayrıştırılıp döndürülürse zihinsel döndürme işleminin daha kısa sürede tamamlanacağı düşünülmektedir. Bu sebeple bireylerin sahip oldukları alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stillerin, bireylerin strateji seçimini etkileyerek zihinsel döndürme etkinliklerindeki başarısını etkileyeceği düşünülmektedir. Bu araştırmanın bulguları da bu açıklamayı desteklemektedir.

Araştırmada mantıksal düşünme yeteneğinin toplam etkiler söz konusu olduğunda yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlık düzeylerini yordayan ikinci sıradaki değişken olduğu bulunmuştur. Bu sonuç, bilimsel okuryazarlık bileşenlerinden olan mantıksal düşünme (muhakeme) becerilerinin geliştirilmesiyle hem öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeyinin artırılması hem de bilimsel okuryazarlığın kavram öğretimi boyutuna katkı sağlanabileceğini göstermektedir. Değişkenlerin kontrolü ve teşhisi, orantısal, olasılıksal, ilişkisel ve kombinasyonel akıl yürütme gibi süreçleri içeren mantıksal düşünme yeteneğinin, bilimsel yöntemleri kullanma, bilimin rolü, bilimsel düşünme ve hareket etme, bilim ve toplum arasındaki ilişkiler ve bilimde matematik kullanımı boyutlarını içeren bilimsel okuryazarlığı yordayan bir değişken olması beklenen bir sonuçtur (Holbrook ve Rannikmae, 2009). Ayrıca günlük yaşamda karşılaştığı sorunlarla başa çıkmada bilimsel bilgiyi ve bilimsel yöntemleri kullanma, herhangi bir konu hakkında karar vermede bilimin rolünü anlayabilme, bilimsel raporların geçerliliğini değerlendirme, bilimsel düşünmede matematiği kullanabilme süreçlerinde mantıksal düşünme yeteneği kapsamında yer alan akıl yürütme süreçlerini kullanabilmeleri gerektiği düşünülmektedir.

MDY'nin fen başarısıyla olan ilişkisinin araştırılan daha önce yapılmış çalışmalar incelendiğinde, fen başarısıyla MDY arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Bu araştırmalarda fen başarısının tanımlanma şekli farklılık göstermektedir. Bazı çalışmalarda fen başarısının öğrencilerin dönem sonu fen dersi notları (Mwamwenda, 1993), bazılarında ulusal sınavlardaki fen bilimleri başarısı (Hinojosa, 2015; Vadapally, 2014; Valanides, 1996), bazı çalışmalarda fen konularına ilişkin problem çözme becerileri (Ateş ve Çataloğlu, 2007; Cavallo, 1996; Cheng vd., 2018; Niaz ve Lawson, 1985; Niaz ve Robinson, 1992, 1993), bazı çalışmalarda kavramsal anlama düzeyleri (Ateş ve Çataloğlu, 2007; Coletta ve Phillips, 2005; Kwon ve Lawson, 2000; Niaz ve Robinson, 1992, 1993; Özarslan ve Bilgin, 2016; Stender vd., 2018; Tekkaya ve Yenilmez, 2006; Yenilmez, Sungur ve Tekkaya, 2006) ya da bilimsel süreç becerileri (Lawson, Nordland ve Devito, 1975; Tobin ve Capie, 1982) şeklinde tanımlandığı görülmektedir. Bu araştırmalar incelediğinde MDY, bilişsel stiller ve mental kapasitenin fen başarısını yordama düzeyi açısından farklılık gösterdiği fakat genel olarak fen başarısının en büyük yordayıcısının MDY olduğu görülmektedir (Niaz ve Robinson, 1992, 1993). Eğer başarı tanımlaması kavramsal anlama düzeyi yerine problem çözme becerisi olarak tanımlanırsa MDY'nin bu yordama etkisinin daha büyük olduğu tespit edilmiştir. (Cavallo, 1996; Lawson, 1983; Niaz ve Robinson, 1992, 1993). Alan yazında MDY yordama etkisi açısından en güçlü değişken olarak belirtilse de bu araştırmada, bilişsel stillerin bilimsel okuryazarlığın en güçlü yordayıcısı olmasının birkaç nedeninin olduğu düşünülmektedir. Bunlardan biri, YEM tekniklerinin birkaç yönden diğer istatistiksel tekniklerden farklı ve güçlü olmasıdır. YEM doğrudan etkilerin yanı sıra dolaylı etkilerin de

yorumlanabilmesini sağlayarak diğer istatistiksel analizlerden farklılaşmaktadır. Öyle ki bu araştırmada sadece doğrudan etkilere bakılırsa bilimsel okuryazarlığın en güçlü yordayıcısının MDY olduğu görülmektedir. Ancak YEM analizleriyle doğrudan etkilere ek olarak dolaylı etkileri de görebildiğimiz için sonuçlarımız farklılaşmıştır. Bunun sonucunda bilişsel stillerin bilimsel okuryazarlığı yordayan en güçlü değişken olduğu görülmektedir. Bu araştırmada fen başarısının tanımlanma şekli, bilişsel stillerin bilimsel okuryazarlık düzeyinin en güçlü yordayıcısı olmasının diğer bir açıklaması olabilir. Yukarıda belirtildiği gibi fen başarısı problem çözme yeteneği olarak tanımlandığında, başarının en güçlü yordayıcısının MDY'nin olduğu görülmektedir (Cheng vd., 2018; Cavallo, 1996; Lawson, 1983; Niaz ve Robinson, 1993). Bu araştırmada fen başarısı Fives ve diğerleri (2014)'nin çalışmalarında tanımladığı gibi, bireylerin herhangi bir bilim alanının doğası ve süreçleri hakkında bilgi sahibi olmaları, bu şekilde de bilimi pragmatik ve anlamlı bir şekilde günlük yaşamda kullanılabilmeleri şeklinde tanımlanmıştır. Bu tanım incelendiğinde bilimsel okuryazarlığın, problem çözme yeteneğinden oldukça farklı olduğu görülmektedir. Dolayısıyla hem YEM tekniklerinin sahip olduğu istatistiksel avantajlar hem de fen başarısının bilimsel okuryazarlık olarak tanımlanması, MDY'nin bilimsel okuryazarlığı yordama gücünün ikinci sırada olmasına sebep olmuş olabilir.

Fonksiyonel mental kapasite, toplam etkiler söz konusu olduğunda, yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlık düzeylerini yordayan üçüncü sıradaki değişkendir. Bu sonuç, öğrencilerin bilimsel okuryazarlık başarıları için fonksiyonel mental kapasitenin önemini ortaya koymaktadır. YOK'da mental kapasitenin öğrenci başarısı için önemli bir değişken olduğu vurgulanmaktadır (Pascual-Leone ve Goodman, 1979). Araştırmanın sonuçları hem YOK'un açıklamaları ile hem de bu alanla ilgili yapılan bazı çalışmaların sonuçlarıyla uyumludur (Boujaoude, Salloum ve El-Khalick, 2004; Hindal vd., 2009; Johnstone ve Al-Naeme, 1991; Kwon ve Lawson, 2000; Lawson, 1983; Niaz, 1988a, 1996; Roth, 1990; Tsaparlis, 2005; Stamovlasis, 2010; St Clair-Thompson ve Botton, 2009). Yapılan çalışmalar incelendiğinde öğrencilerin mental kapasitelerinin fen başarısı, mantıksal düşünme yeteneği ve uzamsal yetenek performansını etkilediği görülmektedir. Yapılan çalışmalarda genel olarak mental kapasitenin yordama etkisinin, mental talebi küçük olan basit sorulardan ziyade mental talebi yüksek olan karmaşık sorulardan oluşan testlerde veya açık uçlu sorularda daha büyük olduğu görülmektedir (Niaz, 1988a; Overton ve Potter, 2011; Roth, 1990; St Clair-Thompson ve Botton, 2009). Bunun yanında bazı çalışmalarda mental kapasitenin fen başarısı üzerinde olumlu bir etkisinin olmadığını göstermektedir (Boujaoude vd., 2004; Chandran, Treagust ve Tobin, 1987). Boujaoude ve diğerleri (2004) ve Chandran vd. (1987)'in yaptığı araştırmaların sonuçları ilgili alanyazınla uyuşmamaktadır. Chandran ve diğerleri (1987) bu durumu çalışmada kullanılan örneklem sayısının yeterli olmadığı ile ilişkilendirirken Boujaoude vd. (2004) ülkesindeki sınav sisteminin gereği öğrencilerin algoritmik problemlerin çözümü için gelişmiş stratejileri öğrenmeleri ile ilişkili olabileceğini belirtmektedir. Fonksiyonel mental kapasite, öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerini ve zihinsel döndürme yeteneklerini de yordamaktadır. Zihinsel döndürme yeteneği konusundaki alan yazın incelendiğinde bu yetenek ile çalışma hafızası arasında fonksiyonel bir ilişkinin olduğu görülmektedir (Hegarty ve Waller, 2006; Miyake vd., 2001). Buna göre bireyin çalışma hafızası büyük ise, uzamsal bilgilerin işlenmesi ve saklanması için hafıza da daha fazla yer bulunacak ve bunun sonucunda çalışma hafıza kapasitesi büyük olan bireylerin uzamsal yetenek performansları da daha iyi olacaktır (Miyake vd., 2001). Mental kapasite, çalışma hafızasının bileşeni olduğu için (Pascual-Leone ve Johnson, 2005, 2011), çalışma hafızası ve uzamsal yetenek arasında var olan ilişkinin, mental kapasite ve uzamsal yetenek arasında da bulunacağı öngörülmüştür. Araştırmanın sonuçları bu öngörüye desteklemektedir. Araştırmada mantıksal düşünme ve mental kapasite arasında görülen yordama etkisi, ilgili alanyazınla uyumludur (Boujaoude vd., 2004; Kwon ve Lawson, 2000). Bir bireyin mantıksal düşünme yeteneğinin bileşenlerinden olan olasılıklar üzerinden akıl yürütebilmesi, değişkenler arasındaki orantıyı, ilişkiyi ele alabilmesi, tüm kombinasyonları düşünerek akıl yürütebilmesi için, fonksiyonel mental kapasitenin tanımında ele alınan özelliklerinin önemli olduğu düşünülmektedir. Bu açıdan bakıldığında araştırmada elde edilen sonuç bu iki yapının teorik zemini ile uyumludur.

YOK'da bireylerin yapısal mental kapasitelerine müdahale edilemeyeceği ancak geliştirilecek stratejilerle fonksiyonel mental kapasitenin artırılabilirliği belirtilmektedir (Pascual-Leone, 1970). Bu stratejilerden ilki öğrencilere sunulacak etkinliklerin mental talebinin azaltılmasıdır. Bu alanda yapılan çalışmalar, öğrencilere sunulan etkinliklerin karmaşıklığı ve mental talebi arttıkça öğrenci performansının düştüğünü; etkinliğin mantıksal yapısı değiştirilmeden, mental talebinde yapılan müdahalelerin, öğrenci performansında artışlara neden olduğunu göstermektedir (Lawson, 1983; Johnstone ve El-Banna, 1986; Niaz, 1988a, 1988b; Niaz ve Robinson, 1992; Tsaparlis, Kousathana ve Niaz, 1998; Tsaparlis ve Angelopoulos, 2000; Boujaoude vd., 2004; Danili ve Reid, 2006). Diğer bir strateji kuramında yapısal mental kapasitenin kullanım miktarını etkilediği belirtilen öğrenci motivasyonu ve bilişsel stiller değişkeni ile ilgili yapılacak müdahalelerdir. Bu bağlamda yapılan çalışmalarda, derslerde yapılan etkinliklerdeki gereksiz bilgilerin çıkartılması neticesinde alan etkisi azaltılmış ve sonucunda öğrenci başarısında artışlar görülmüştür (Danili ve Reid, 2006). Etkinliklere mental talebi düşük olan sorularla başlanması sayesinde de öğrenci motivasyonlarının artırıldığı ve buna paralel olarak öğrenci başarısında artışların gözlemlendiği de görülmüştür (Tsaparlis ve Angelopoulos, 2000). Bu sebeple, fonksiyonel mental kapasite kavramının öğretmenler tarafından bilinmesi ve derslerde gereksiz bilgilerden arındırılmış bağlam veya yaşam temelli olguların kullanılması vasıtasıyla fonksiyonel mental kapasitede yer açılarak, öğrencilerin hem doğrudan hem de dolaylı olarak bilimsel okuryazarlık düzeylerinin geliştirilmesine katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

Bu araştırmada zihinsel döndürme yeteneği, toplam etkiler söz konusu olduğunda, yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlık düzeylerini en düşük düzeyde yordayan değişkendir. Uzamsal yetenek Fen Bilimleri dersinde sıklıkla kullanılmakla birlikte, bu yetenek fen derslerindeki öğrenci başarısının önemli yordayıcılarından (Uttal ve Cohen 2012). Bu alanda yapılan boylamsal çalışmalarda, öğrencilerin 7. Sınıftaki uzamsal yetenek performansının 20 yıl sonraki eğitim ve mesleğe ilişkin performansları anlamlı düzeyde yordadığı görülmektedir (Shea, Lubinski ve Benbow, 2001) Bu alanda yayınlanan metaanaliz, derleme ve ulusal raporlar incelendiğinde ortak vurguda FETEMM alanlarındaki üstün başarıyı en çok etkileyen değişken olan uzamsal yeteneğin ihmal edildiği ancak uzamsal düşünme etkinliklerini içeren bir fen müfredatı ile, gelecekte FeTeMM alanlarına yönelecek birey sayısının artırılabilirliği belirtilmektedir (The National Science Board, 2010, s. 9; Uttal, Miller ve Newcombe, 2013a; Wai vd., 2009). Bu uygulama sayesinde de bireylerin bilim ve matematik okuryazarlığının gelişimine de katkı sağlanacağı belirtilmektedir (Khine, 2016). Bu araştırmada, uzamsal yeteneğin en önemli bileşenlerinden birisi olan zihinsel döndürme yeteneği ele alınmıştır. Bireylerin, nesnelere içinde bulunduğu düzlemde veya derinlikte döndürdüklerinde nasıl görüneceklerini hayal edebilme düzeylerini ifade eden zihinsel döndürme yeteneği, günlük hayatta ve fen bilimleri dersleri kapsamında yer alan pek çok konuda aktif olarak kullanılmaktadır. İlgili alan yazında bu yeteneğin fen başarısıyla olan pozitif yöndeki ilişkisini ortaya koymaktadır (Castro-Alonso ve Uttal, 2019; Ganley vd., 2014; Kozhevnikov, Motes ve Hegarty, 2007; Langlois vd., 2019). Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar ilgili alan yazınla uyumludur. Uzamsal yeteneği yüksek olan bireyler, sadece FeTeM alanlarındaki problemleri çözmede başarılı olmalarının yanı sıra farklı bilim dalları arasındaki karşılıklı ilişkileri daha kolay fark edebilen bireylerdir (Gardner, 1983). Görüldüğü gibi FeTeMM uygulamalarının entegre edildiği alanlarda başarıya ulaşma açısından bu yeteneğin geliştirilmesi önemlidir. Sonuç olarak, bilimsel okuryazarlığının temel bileşenlerinden biri olmaya başlayan FeTeMM uygulamaların başarılı bir şekilde fen eğitimine entegrasyonu için zihinsel döndürme yeteneğinin bu alanda önemli bir yer tutacağı düşünülmektedir.

Öğrencilerin zihinsel döndürme yetenekleri, öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerinin yanı sıra mantıksal düşünme yeteneklerini de yordamaktadır. İlgili alan yazında öğrencilerin uzamsal yetenek performansları ile mantıksal düşünme yetenek testlerinden aldıkları puanlar arasında pozitif yönde bir ilişkinin olduğu görülmektedir (Hacıömeroğlu ve Hacıömeroğlu, 2017; Jiang, 2008; Kayhan, 2005; Tai, Yu, Lai ve Lin, 2003). Araştırma sonucunun ilgili alan yazınla uyumlu olduğu görülmektedir. Bu sonuç görsel nesnelere zihinlerinde tutarak kolaylıkla manipüle edebilen bireylerin hem somut hem de soyut olaylar hakkında akıl yürütmelerini gerektiren etkinliklerde, daha yüksek puan alacağını göstermektedir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, yedinci sınıf öğrencilerinin sahip olduğu bilişsel boyuttaki bireysel farklılıkların hem bilimsel okuryazarlık üzerindeki hem de birbiriyle olan etkileşimini gösteren bir model ortaya konulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, bireylerin bilişsel stil eğilimlerinin gerek bilimsel okuryazarlık gerekse diğer bilişsel değişkenler üzerinde sebep olduğu toplam etkiler dikkate alındığında, öğrencilerin bilişsel stil yapılarının göz ardı edilmemesi gereken bir değişken olduğu söylenebilir. Eğitim öğretim sürecinde öğrencilerin bilişsel stillerinin farkında olunması, öğretim ortamında kullanılan bağlam ve materyallerin farklı bilişsel stillerdeki öğrencilerin özelliklerine hitap edecek şekilde tasarlanmasının öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerinin geliştirilmesi sürecine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu amaçla fen bilimleri öğretmenleri, öğretim esnasında kullanılacak öğretim materyallerini ve bağlamları organize ederken, etkinliklerdeki veya karmaşık bağlamlardaki konuyla çok fazla ilgisi olmayan uyarıcıları sadeleştirerek alan bağımlı öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştırabilir. Çünkü alan bağımlı öğrenciler, bir olguyu incelerken ortamdaki uyarıcılardan çok fazla etkilenmektedir. Bu sebeple öğretmenlerimizin, öğrencilerin temel konu ve kavrama odaklanmasını sağlayacak düzenlemeleri yapmaları önemlidir. Ayrıca ders içinde tartışma ve işbirliğine dayalı öğretim yöntemleri gibi sosyal etkileşimi fazla olan öğretim yöntemlerinin kullanılması da alan bağımlı öğrenciler için daha rahat öğrendikleri ortamı sağlayarak öğrenme süreçlerinde yardımcı olacaktır.

Araştırma sonuçlarına göre bilişsel stil değişkeninden sonra bilimsel okuryazarlığı yordama etkisi en büyük olan değişken MDY'dir. Yapılan çalışmalarda öğrencilerin bilimsel okuryazarlık performansı açısından önemli olan MDY'nin öğretimsel faaliyetlerle geliştirilebilmektedir (Daempfle, 2006; Jensen, 2008; Engelmann, Neuhaus ve Fischer, 2016; Marušić ve Sliško, 2012; Shayer ve Adey, 1992; Yüksel ve Ateş, 2017). Bu çalışmalara göre yazı yazmayı vurgulayan sorgulama tabanlı, işbirliğine dayalı yaklaşımların ve etkinlik tabanlı uygulamaların öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerine olumlu katkısı bulunmaktadır (Blumer ve Beck, 2019; Daempfle, 2006; Van der Graaf, Van de Sande, Gijssels ve Segers, 2019; Yulianti, Mustikasari, Hamimi, Rahman ve Nurjanah, 2020).

Araştırmada, ülkemizde yapılan çalışmalarda çok sık ele alınmayan mental kapasite değişkeninin öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerini hem doğrudan hem de dolaylı olarak önemli düzeyde etkilediği bulunmuştur. Bu durum ulusal alanyazında çok değinilmeyen bu değişkene araştırmacıların, müfredat geliştiricilerin ve öğretmenlerin önem vermesi gerektiğini göstermektedir. Gerek öğretmenler tarafından derslerde kullanacakları öğretim yönteminde bu değişkenin etkisinin dikkate alınmasıyla gerekse araştırmacılar tarafından derslerde kullanılan materyallerin mental talep açısından içerik kontrollerinin yapılması vasıtasıyla, bu değişkenden kaynaklanabilecek performans kayıplarının azaltılabileceği düşünülmektedir.

Araştırmada öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerini yordayan bir diğer değişken olan zihinsel döndürme yeteneği alan yazınında, bu yeteneğin erken yaşlarda verilecek amaca yönelik eğitimlerle geliştirilebildiği ifade edilmektedir (Miller ve Halpern, 2013; Uttal vd., 2013b). Erken

yaşlarda yapbozlar, tahta oyunları gibi somut materyallerle verilen eğitimlerin, motor becerilerin gelişimini içeren etkinliklerin ve eğitsel içerikli dijital oyunların bu yeteneğin gelişimine olumlu katkısı bulunmaktadır (Nazareth, Herrera ve Pruden, 2013). Bu sebeple öğrencilerin bilimsel okuryazarlık başarısına olumlu katkısı olan bu yeteneğin, erken çocukluk yaşlarından itibaren hazırlanacak öğretim programları ile geliştirilmesinin önemli olduğu düşünölmektedir.

Bu araştırmada yer alan bilimsel okuryazarlık kavramı, Fives ve diğerleri (2014) tarafından yapılan bilimsel okuryazarlık tanımı dikkate alınarak incelenmiştir. Araştırmada ele alınan bilimsel okuryazarlık içeriği, ölkemizdeki Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan, beceri ve fen-teknoloji-toplum-çevre boyutlarını içermektedir. Gelecek araştırmalarda bu araştırmada kapsam dışı bırakılan bilimsel okuryazarlığın bilgi ve duyuş boyutlarını da içine alacak şekilde modelin test edilebileceği düşünölmektedir. Bu araştırma ele alınan modelde sadece bilişsel değişkenler yer almaktadır. Bu değişkenlerin yanı sıra duyuşsal değişkenlerinde yer alacağı bir model ile bilimsel okuryazarlık kavramının doğasının daha derinlemesine incelenmesi gerekebilir. Araştırmanın evrenini Ankara merkez ilçeleri oluşturmaktadır. Araştırma sonuçlarını tüm öлкеye genelleyebilmek için aynı model, öлке genelindeki bir örnekleme yeniden test edilebilir. Aynı zamanda model farklı cinsiyet gruplarında, farklı sınıf seviyelerinde ve farklı sosyoekonomik gruplarda test edilerek çalışmada yer alan değişkenler arasındaki ilişki farklı açılardan yorumlanabilir.

Teşekkür

Bu araştırma, TÜBİTAK 2211 doktora öğrencisi burs programı tarafından kısmen desteklenmiştir.

Kaynakça

- Ahmar, A. S., Rahman, A. ve Mulbar, U. (2018). The analysis of students' logical thinking ability and adversity quotient, and it is reviewed from cognitive style. *Journal of Physics: Conference Series*, 1028, 012167. doi:10.1088/1742-6596/1028/1/012167
- Alpar, R. (2013). *Uygulamalı çok değişkenli istatistiksel yöntemler* (2. bs.). Ankara: Detay Yayıncılık.
- Araz, G. ve Sungur, S. (2007). The interplay between cognitive and motivational variables in a problem-based learning environment. *Learning and Individual Differences*, 17(4), 291-297. doi:10.1016/j.lindif.2007.04.003
- Ateş, S. ve Çataloğlu, E. (2007). The effects of students' reasoning abilities on conceptual understandings and problem-solving skills in introductory mechanics. *European Journal of Physics*, 28(6), 1161.
- Bahar, M. (2003). The effect of instructional methods on the performance of the students having different cognitive styles. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 24, 26-32. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/87844> adresinden erişildi.
- Bahar, M. ve Hansell, M. H. (2000). The relationship between some psychological factors and their effect on the performance of grid questions and word association tests. *Educational Psychology*, 20(3), 349-364. doi:10.1080/713663739
- Blumer, L. S. ve Beck, C. W. (2019). Laboratory courses with guided-inquiry modules improve scientific reasoning and experimental design skills for the least-prepared undergraduate students. *CBE-Life Sciences Education*, 18(1), 1-13.
- BouJaoude, S., Salloum, S. ve Abd-El-Khalick, F. (2004). Research report: Relationships between selective cognitive variables and students' ability to solve chemistry problems. *International Journal of Science Education*, 26(1), 63-84. doi:10.1080/0950069032000070315
- Byrne, B. M. (2010). *Structural equation modeling with amos: Basic concepts, applications, and programming*. New York: Routledge.
- Çakan, M. (2003). Psychometric data on the group embedded figures test for Turkish undergraduate students. *Perceptual and Motor Skills*, 96(3), 993-1004.
- Castro-Alonso, J. C. ve Uttal, D. H. (2019). Science education and visuospatial processing. *Visuospatial processing for education in health and natural sciences* içinde (s. 53-79). Cham: Springer.
- Çataloğlu, E. ve Ateş, S. (2014). The effects of cognitive styles on naive impetus theory application degrees of pre-service science teachers. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(4), 699-719. <http://yoksis.bilkent.edu.tr> adresinden erişildi.
- Cavallo, A. (1996). Meaningful learning, reasoning ability and students' understanding and problem solving of topics in genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 625-656.
- Chandran, S., Treagust, D. F. ve Tobin, K. (1987). The role of cognitive factors in chemistry achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(2), 145-160. doi:10.1002/tea.3660240207
- Cheng, S. C., She, H. C. ve Huang, L. Y. (2018). The impact of problem-solving instruction on middle school students' physical science learning: Interplays of knowledge, reasoning, and problem solving. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(3), 731-743.
- Coletta, V. P. ve Phillips, J. A. (2005). Interpreting FCI scores: Normalized gain, preinstruction scores, and scientific reasoning ability. *American Journal of Physics*, 73(12), 1172-1182. doi:10.1119/1.2117109
- Creswell, J. W. ve Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Kaliforniya: Sage Publications.
- Daempfle, P. A. (2006). The effects of instructional approaches on the improvement of reasoning in introductory college biology: A quantitative review of research. *Bioscience: Journal of College Biology Teaching*, 32(4), 22-31. <http://files.eric.ed.gov> adresinden erişildi.
- Danili, E. ve Reid, N. (2006). Cognitive factors that can potentially affect pupils' test performance. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), 64-83. doi:10.1039/B5RP90016F

- Engelmann, K., Neuhaus, B. J. ve Fischer, F. (2016). Fostering scientific reasoning in education-meta-analytic evidence from intervention studies. *Educational Research and Evaluation*, 22(5-6), 333-349.
- Ersanlı, E., Gencoglu, C. ve Duran, V. (2018). A meta-synthesis study on investigations of dissertations on education regarding reasoning skills in Turkey. *International Online Journal of Educational Sciences*, 10(5), 222-243.
- Fives, H., Huebner, W., Birnbaum, A. S. ve Nicolich, M. (2014). Developing a measure of scientific literacy for middle school students. *Science Education*, 98(4), 549-580. doi:10.1002/sce.21115
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E. ve Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education*. New York: McGraw-Hill.
- Ganley, C. M., Vasilyeva, M. ve Dulaney, A. (2014). Spatial ability mediates the gender difference in middle school students' science performance. *Child Development*, 85(4), 1419-1432. doi:10.1111/cdev.12230
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books.
- Geban, Ö., Askar, P. ve Özkan, İ. (1992). Effects of computer simulated experiment and problem solving approaches on students' learning outcomes at the high school level. *Journal of Educational Research*, 86(1), 5-10.
- Hacıömeroğlu, G. ve Hacıömeroğlu, E. S. (2017). Examining the relationship between gender, spatial ability, logical reasoning ability, and preferred mode of processing. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences*, 7(1), 116-131. doi:10.17984/adyuebd.310833
- Harle, M. ve Towns, M. (2011). A review of spatial ability literature, its connection to chemistry, and implications for instruction. *Journal of Chemical Education*, 88(3), 351-360. doi:10.1021/ed900003n
- Hegarty, M. ve Waller, D. (2006). Individual differences in spatial abilities. P. Shah ve A. Miyake (Ed.), *Handbook of visuospatial thinking* içinde (s. 121-169). New York: Cambridge University Press.
- Hindal, H., Reid, N. ve Badgaish, M. (2009). Working memory, performance and learner characteristics. *Research in Science & Technological Education*, 27(2), 187-204. doi:10.1080/02635140902853640
- Hinojosa, A. J. (2015). *Investigations on the impact of spatial ability and scientific reasoning of student comprehension in physics, state assessment test, and STEM courses* (Yayımlanmamış doktora tezi). Arlington Teksas Üniversitesi, ABD.
- Hirnstein, M., Bayer, U. ve Hausmann, M. (2009). Sex-specific response strategies in mental rotation. *Learning and Individual Differences*, 19 (1), 225-228. doi:10.1016/j.lindif.2008.11.006
- Holbrook, J. ve Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 275-288.
- Hu, L. T. ve Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1-55. doi:10.1080/10705519909540118
- Idika, M. I. (2017). Influence of cognitive style and gender on secondary school students' achievement in and attitude to chemistry. *Advances in Social Sciences Research Journal*, 4(1), 129-139.
- Idris, N. (1998). *Spatial visualization, field dependence/independence, Van Hiele level, and achievement in geometry: influence of selected activities for middle school students* (Yayımlanmamış doktora tezi). The Ohio State University, ABD.
- Janssen, A. B. ve Geiser, C. (2010). On the relationship between solution strategies in two mental rotation tasks. *Learning and Individual Differences*, 20(1), 473-478. doi:10.1016/j.lindif.2010.03.002
- Jensen, J. L. (2008). *Effects of collaboration and inquiry on reasoning and achievement in biology* (Yayımlanmamış doktora tezi). Arizona State University, ABD.
- Jiang, B. (2008). *Formal reasoning and spatial ability: A step towards" science for all"* (Yayımlanmamış doktora tezi). <https://search.proquest.com> adresinden erişildi.

- Johnstone, A. H. ve Al-Naeme, F. F. (1991). Room for scientific thought?. *International Journal of Science Education*, 13(2), 187-192. doi:10.1080/0950069910130205
- Johnstone, A.H., and H. El-Banna (1986). Capacities, demands, and processes – a predictive model for science education. *Education in Chemistry*, 23, 80-84.
- Jonassen, D. H. ve Grabowski, B. (1993). *Handbook of individual difference learning, and instruction*. NJ: LEA, Hillsdale.
- Karaçam, S. ve Ateş, S. (2010). Ölçme tekniğinin farklı bilişsel stillerdeki öğrencilerin hareket konusundaki kavramsal bilgi düzeylerine etkisi, *AİBÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(1) ,21-30. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/16689> adresinden erişildi.
- Kayhan, E. B. (2005). *Investigation of high school students' spatial ability* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Khine, M. S. (Ed.). (2016). *Visual-spatial ability in STEM education: Transforming research into practice*. Australia: Springer.
- Kline, R. B. (2005). *Principles and practice of structural equation modeling*. New York: The Guilford Press.
- Kozhevnikov, M., Motes, M. A. ve Hegarty, M. (2007). Spatial visualization in physics problem solving. *Cognitive Science*, 31(1), 549-579. doi:10.1080/15326900701399897
- Kubat, U. (2018). Identifying the individual differences among students during learning and teaching process by science teachers. *International Journal of Research in Education and Science*, 4(1), 30-38.
- Kwon, Y. J. ve Lawson, A. E. (2000). Linking brain growth with the development of scientific reasoning ability and conceptual change during adolescence. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(1), 44-62. doi:10.1002/(SICI)1098-2736(200001)37:1<44::AID-TEA4>3.0.CO;2-J
- Kypraios, N., Papageorgiou, G. ve Stamovlasis, D. (2014). The role of some individual differences in understanding chemical changes: A study in secondary education. *International Journal of Environmental and Science Education*, 9(4), 413-427. doi:10.12973/ijese.2014.225a
- Langlois, J., Bellemare, C., Toulouse, J. ve Wells, G. A. (2019). Spatial abilities training in anatomy education: A systematic review. *Anatomical Sciences Education*, 13(1), 71-79.
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71-94. <http://www.kcvs.ca/martin/> adresinden erişildi.
- Lawson, A. E. (1982). Formal reasoning, achievement and intelligence: An issue of importance. *Science Education*, 66(1), 77-83. doi:10.1002/sce.3730660110
- Lawson, A. E. (1983). Predicting science achievement: The role of developmental level, disembedding ability, mental capacity, prior knowledge, and beliefs. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(2), 117-129. doi:10.1002/tea.3660200204
- Lawson, A. E. (1985). A review of research on formal reasoning and science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(7), 569-617. doi:10.1002/tea.3660220702
- Lawson, A. E. (1992a). The development of reasoning among college biology students. *Journal of College Science Teaching*, 21(6), 338-344.
- Lawson, A. E. (1992b). What do tests of formal reasoning actually measure?. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(1), 965-984. doi:10.1002/tea.3660290906
- Lawson, A. E., Clark, B., Meldrum, E. C., Falconer, K. A., Sequist, J. M. ... ve Kwon, Y. J. (2000). The development of scientific reasoning in college biology: Do two levels of general hypothesis-testing skills exist?. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(1), 81-101. doi:10.1002/(SICI)1098-2736(200001)37:1<81::AID-TEA6>3.0.CO;2-I
- Lawson, A. E., Nordland, F. H. ve Devito, A. (1975). Relationship of formal reasoning to achievement, aptitudes, and attitudes in preservice teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 12(4), 423-431. doi:10.1002/tea.3660120414

- Lipuma, J.M. (2008). *Obstacles to science literacy*. https://web.njit.edu/~lipuma/LipumaJMObstacles_to_Scientific_Literacy.doc adresinden erişildi.
- Liu, X. (2009). Beyond science literacy: Science and the public. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 301-311. <http://files.eric.ed.gov> adresinden erişildi.
- Lohman, D. F. (1984). *The role of prior knowledge and strategy shifting in spatial ability*. ERIC veritabanından erişildi (ED250319).
- MacLeod, C. M., Jackson, R. A. ve Palmer, J. (1986). On the relation between spatial ability and field dependence. *Intelligence*, 10(2), 141-151. doi:10.1016/0160-2896(86)90011-5
- Marušić, M. ve Sliško, J. (2012). Influence of three different methods of teaching physics on the gain in students' development of reasoning. *International Journal of Science Education*, 34(2), 301-326. doi:10.1080/09500693.2011.582522
- Mertler, C. A. ve Vannatta, R. A. (2016). *Advanced and multivariate statistical methods*. California: Pyrczak.
- Miller, D. I. ve Halpern, D. F. (2013). Can spatial training improve long-term outcomes for gifted STEM undergraduates?. *Learning and Individual Differences*, 26(1), 141-152. doi:10.1016/j.lindif.2012.03.012
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2006). *Talim ve terbiye kurulu başkanlığı, ilköğretim fen ve teknoloji dersi (6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013). *Talim ve terbiye kurulu başkanlığı, ilköğretim kurumları fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2017). *Fen bilimleri dersi taslak öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. <http://mufredat.meb.gov.tr/> adresinden erişildi.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Rettinger, D. A., Shah, P. ve Hegarty, M. (2001). How are visuospatial working memory, executive functioning, and spatial abilities related? A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(4), 621.
- Morgan, H. (1997). *Cognitive styles and classroom learning*. Westport, Connecticut: Praeger Publishers.
- Morris, S., Farran, E. K. ve Dumontheil, I. (2019). Field independence associates with mathematics and science performance in 5-to 10-year-olds after accounting for domain-general factors. *Mind, Brain, and Education*, 13(4), 268-278.
- Mwamwenda, T. S. (1993). Formal operations and academic achievement. *The Journal of Psychology*, 127(1), 99-103. doi:10.1080/00223980.1993.9915547
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington: National Academies.
- National Science Board. 2010. *Science and Engineering Indicators 2010*. Arlington, VA: National Science Foundation (NSB 10-01).
- Nazareth, A., Herrera, A. ve Pruden, S. M. (2013). Explaining sex differences in mental rotation: Role of spatial activity experience. *Cognitive Processing*, 14(2), 201-204. doi:10.1007/s10339-013-0542-8
- Niaz, M. (1988a). The information processing demand of chemistry problems and its relation to Pascual-Leone's functional M-capacity. *International Journal of Science Education*, 10(1), 231-38. doi:10.1080/0950069880100211
- Niaz, M. (1988b). Manipulation of M-demand of chemistry problems and its effects on students performance: A neo-Piagetian study. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(1), 643-57. doi:10.1002/tea.3660250804
- Niaz, M. (1989). The role of cognitive style and its influence on proportional reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(3), 221-235. doi:10.1002/tea.3660260304

- Niaz, M. (1992). From Piaget's epistemic subject to Pascual-Leone's metasubject: Epistemic transition in the constructivist-rationalist theory of cognitive development. *International Journal of Psychology*, 27(6), 443-457. doi:10.1080/00207599208246908
- Niaz, M. (1996). Reasoning strategies of students in solving chemistry problems as a function of developmental level, functional M-capacity and disembedding ability. *International Journal of Science Education*, 18(5), 525-541. doi:10.1080/0950069960180503
- Niaz, M. ve Lawson, A. E. (1985). Balancing chemical equations: The role of developmental level and mental capacity. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(1), 41-51. doi:10.1002/tea.3660220104
- Niaz, M. ve Robinson, W. R. (1992). Manipulation of logical structure of chemistry problems and its effect on student performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(1), 211-226. doi:10.1002/tea.3660290303
- Niaz, M. ve Robinson, W. R. (1993). Teaching algorithmic problem solving or conceptual understanding: Role of developmental level, mental capacity, and cognitive style. *Journal of Science Education and Technology*, 2(2), 407-416.
- Osborne, J. (2007). Science education for the twenty first century. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(3), 173-184.
- Overton, T. L. ve Potter, N. M. (2011). Investigating students' success in solving and attitudes towards context-rich open-ended problem solving in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(1), 294-302.
- Özarslan, M. ve Bilgin, İ. (2016). Öğrencilerin alan bağımlı/bağımsız bilişsel stillerinin ve bilimsel düşünme yeteneklerinin maddenin doğası kavramlarını anlamalarına ve fen dersine yönelik tutumlarına etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(33), 94-110.
- Papageorgiou, G., Markos, A. ve Zarkadis, N. (2016). Students' representations of the atomic structure- the effect of some individual differences in particular task contexts. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(1), 209-219. doi:10.1039/C5RP00201J
- Pascual-Leone, J. (1970). A mathematical model for the transition rule in Piaget's developmental stages. *Acta Psychologica*, 32(1), 301-345. doi:10.1016/0001-6918(70)90108-3
- Pascual-Leone, J. ve Goodman, D. (1979). Intelligence and experience: A neo-Piagetian approach. *Instructional Science*, 8(1), 301-367.
- Pascual-Leone, J. ve Johnson, J. (2005). A dialectical constructivist view of developmental intelligence. O. Wilhelm ve R. Engle (Ed.), *Handbook of understanding and measuring intelligence* içinde (s. 177-201). Thousand Oaks, CA, US: Sage.
- Pascual-Leone, J. ve Johnson, J. (2011). A developmental theory of mental attention: Its application to measurement and task analysis. P. Barrouillet ve V. Gaillard (Ed.), *Cognitive development and working memory: A dialogue between neoPiagetian theories and cognitive approaches* içinde (s. 13-46). New York, NY: Psychology Press.
- Peters, M., Laeng, B., Latham, K., Jackson, M., Zaiyouna, R. ... ve Richardson, C. (1995). A redrawn Vandenberg and Kuse mental rotation test: Different versions and factors that affect performance. *Brain and Cognition*, 28(1), 39-58.
- Peters, M., Lehmann, W., Takahira, S., Takeuchi, Y. ve Jordan, K. (2006). Mental rotation test performance in four cross-cultural samples (N = 3367): Overall sex differences and the role of academic program in performance. *Cortex: A Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*, 42(7), 1005-1014. doi:10.1016/S0010-9452(08)70206-5
- Piburn, M. (1980). Spatial reasoning as a correlate of formal thought and science achievement for New Zealand students. *Journal of Research in Science Teaching*, 17(5), 443-448. doi:10.1002/tea.3660170510
- Roth, W. M. (1990). Neo-Piagetian predictors of achievement in physical science. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(6), 509-521. doi:10.1002/tea.3660270603

- Sarı, M., Altıparmak, M. ve Ateş, S. (2013). Test yapısının farklı bilişsel stillerdeki öğrencilerin mekanik başarısına etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(1), 334-344.
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H. ve Müller, H. (2003). Evaluating the fit of structural equation models: Tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *Methods of Psychological Research Online*, 8(2), 23-74.
- Schmidt, E. A. ve Scerbo, M. W. (2004). Field independence and spatial ability in the search for the presence and absence of features. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 48(11), 1261-1265. <http://journals.sagepub.com/toc/proe/48/11> adresinden erişildi.
- Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2010). *A beginners guide to structural equation*. New York: Routledge.
- Sencar, S. ve Eryılmaz, A. (2004). Factors mediating the effect of gender on ninth-grade Turkish students' misconceptions concerning electric circuit. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(6), 603-616.
- Shayer, M. ve Adey, P. S. (1992). Accelerating the development of formal thinking in middle and high school students III: Testing the permanency of effects. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(10), 1101-1115. doi:10.1002/tea.3660291007
- Shayer, M. ve Adey, P. S. (1993). Accelerating the development of formal thinking in middle and high school students. IV: Three years after a two-year intervention. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(1), 351-366. doi:10.1002/tea.3660300404
- Shea, D. L., Lubinski, D. ve Benbow, C. P. (2001). Importance of assessing spatial ability in intellectually talented young adolescents: A 20-year longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 93(1), 604-614.
- St Clair-Thompson, H. L. ve Botton, C. (2009). Working memory and science education: Exploring the compatibility of theoretical approaches. *Research in Science & Technological Education*, 27(2), 139-150. doi:10.1080/02635140902853616
- Stamovlasis, D. (2010). Methodological and epistemological issues on linear regression applied to psychometric variables in problem solving: Rethinking variance. *Chemistry Education Research and Practice*, 11(1), 59-68. doi:10.1039/C001048K
- Stamovlasis, D. ve Papageorgiou, G. (2012). Understanding chemical change in primary education: The effect of two cognitive variables. *Journal of Science Teacher Education*, 23(2), 177-197.
- Stamovlasis, D., Tsitsipis, G. ve Papageorgiou, G. (2012). Structural equation modeling in assessing students' understanding of the state changes of matter. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(3), 357-368. doi:10.1039/C2RP20031G
- Stender, A., Schwichow, M., Zimmerman, C. ve Härtig, H. (2018). Making inquiry-based science learning visible: The influence of CVS and cognitive skills on content knowledge learning in guided inquiry. *International Journal of Science Education*, 40(15), 1812-1831.
- Şahin, F. ve Ateş, S. (2018). Ortaokul öğrencilerine yönelik bilimsel okuryazarlık ölçeği adaptasyon çalışması. *Gazi University Journal of Gazi Educational Faculty*, 38(3), 1173-1205.
- Tabachnick, B. G. ve Fidell, L. S. (2015). *Çok değişkenli istatistiklerin kullanımı* (6. bs.). Boston: Allyn & Bacon.
- Tai, D. W., Yu, C. H., Lai, L. C. ve Lin, S. J. (2003). A study on the effects of spatial ability in promoting the logical thinking abilities of students with regard to programming language. *World Transactions on Engineering and Technology Education UICEE*, 2(2), 251-26.
- Tekkaya, C. ve Yenilmez, A. (2006). Relationships among measures of learning orientation, reasoning ability, and conceptual understanding of photosynthesis and respiration in plants for grade 8 males and females. *Journal of Elementary Science Education*, 18(1), 1-14. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ798819.pdf> adresinden erişildi.
- Terrell, S. T. (2002). *The use of cognitive style as a predictor of membership in middle and High School Programs for the academically gifted*. <https://www.researchgate.net/publication/234616245> adresinden erişildi.

- Tinajero, C. ve Paramo, F. M. (1998). Field dependence-independence cognitive style and academic achievement: A review of research and theory. *European Journal of Psychology of Education*, 13, 227-251.
- Tobin, K. G. ve Capie, W. (1981). The development and validation of a group test of logical thinking. *Educational and Psychological Measurement*, 41(2), 413-423. doi:10.1177/001316448104100220
- Tobin, K. G. ve Capie, W. (1982). Relationships between formal reasoning ability, locus of control, academic engagement and integrated process skill achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 19(2), 113-121. doi:10.1002/tea.3660190203
- Tsaparlis, G. (2005). Non-algorithmic quantitative problem solving in university physical chemistry: A correlation study of the role of selective cognitive factors. *Research in Science & Technological Education*, 23(2), 125-148. doi:10.1080/02635140500266369
- Tsaparlis, G. ve Angelopoulos, V. (2000). A model of problem solving: Its operation, validity, and usefulness in the case of organic synthesis problems. *Science Education*, 84(1), 131-53. doi:10.1002/(SICI)1098-237X(200003)84:2<131::AID-SCE1>3.0.CO;2-4
- Tsaparlis, G., Kousathana, M. ve Niaz, M. (1998). Molecular-equilibrium problems: Manipulation of logical structure and of M-demand, and their effect on student performance. *Science Education*, 82(1), 437-54. doi:10.1002/(SICI)1098-237X(199807)82:4<437::AID-SCE2>3.0.CO;2-C
- Tsitsipis, G., Stamovlasis, D. ve Papageorgiou, G. (2010). The effect of three cognitive variables on students' understanding of the particulate nature of matter and its changes of state. *International Journal of Science Education*, 32(8), 987-1016.
- Uttal, D. H. ve Cohen, C. A. (2012). Spatial thinking and STEM education: When, why, and how?. B. Ross (Ed.), *Psychology of learning and motivation*. San Diego CA: Academic.
- Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R. ... ve Newcombe, N. S. (2013b). The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies. *Psychological Bulletin*, 139(2), 352-402.
- Uttal, D. H., Miller, D. I. ve Newcombe, N. S. (2013a). Exploring and enhancing spatial thinking: Links to achievement in science, technology, engineering, and mathematics?. *Current Directions in Psychological Science*, 22(1), 367-373. doi:10.1177/0963721413484756
- Vadapally, P. (2014). *Exploring students' perceptions and performance on predict-observe-explain tasks in high school chemistry laboratory* (Yayımlanmamış doktora tezi). University of Northern Colorado, ABD.
- Valanides, N. (1996). Formal reasoning and science teaching. *School Science and Mathematics*, 96(2), 99.
- Van der Graaf, J., Van de Sande, E., Gijssels, M. ve Segers, E. (2019). A combined approach to strengthen children's scientific thinking: Direct instruction on scientific reasoning and training of teacher's verbal support. *International Journal of Science Education*, 41(9), 1119-1138.
- Wai, J., Lubinski, D. ve Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, 101(1), 817-835. doi:10.1037/a0016127
- Wheaton, B., Muthen, B., Alwin, D. F. ve Summers, G. F. (1977). Assessing reliability and stability in panel models. *Sociological Methodology*, 8(1), 84-136. https://www.statmodel.com/bmuthen/articles/Article_001.pdf adresinden erişildi.
- Witkin, H. A., Moore, C. A., Goodenough, D. R. ve Cox, P. W. (1977). Field-dependent and field-independent cognitive styles and their educational implications. *Review of Educational Research*, 47(1), 1-64. doi:10.1002/j.2333-8504.1975.tb01065.x
- Witkin, H. A., Oltman, P. K., Raskin, E. ve Karp, S. A. (1971). *A manual for the embedded figures test*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists.
- Yazıcı, E. (2014). Spatial visualization abilities of field dependent/independent preservice teachers. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 12(2), 371-390.

- Yenilmez, A., Sungur, S. ve Tekkaya, C. (2006). Students' achievement in relation to reasoning ability, prior knowledge and gender. *Research in Science & Technological Education*, 24(1), 129-138. doi:10.1080/02635140500485498
- Yıldız, B. ve Tüzün, H. (2011). Üç-boyutlu sanal ortam ve somut materyal kullanımının uzamsal yeteneğe etkileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41(1), 498-508.
- Yu, C. Y. (2002). *Evaluating cutoff criteria of model fit indices for latent variable models with binary and continuous outcomes* (Yayımlanmamış doktora tezi). University of California, Los Angeles.
- Yulianti, E., Mustikasari, V. R., Hamimi, E., Rahman, N. F. A. ve Nurjanah, L. F. (2020). Experimental evidence of enhancing scientific reasoning through guided inquiry model approach. *AIP Conference Proceedings*, 2215, 050016. AIP Publishing LLC.
- Yüksel, İ. ve Ateş, S. (2017). The effects of two approaches on developing reasoning skills of preservice science teachers. *International Journal on Trends in Education and Their Implications*, 8(3), 19-35.