



**YEDİNCİ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN BİLİMSEL
OKURYAZARLIKLARI İLE BAZI BİLİŞSEL DEĞİŞKENLER
ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ**

Feride Şahin

DOKTORA TEZİ

İLKÖĞRETİM ANA BİLİM DALI

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ŞUBAT/2018

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren 36 (otuz altı) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Feride

Soyadı : Şahin

Bölümü : Fen Bilgisi Öğretmenliği

İmza :

Teslim tarihi:

TEZİN

Türkçe Adı: Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Okuryazarlıkları ile Bazı Bilişsel Değişkenler Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

İngilizce Adı: An Investigation of the Relationship Between Seventh Grade Students' Scientific Literacy and Some Cognitive Variables

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı Soyadı: Feride ŞAHİN

İmza:

JÜRİ ONAY SAYFASI

Feride ŞAHİN tarafından hazırlanan “Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Okuryazarlıkları ile Bazı Bilişsel Değişkenler Arasındaki İlişkinin İncelenmesi“ adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı’nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Salih ATEŞ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Başkan: Prof. Dr. Bilal GÜNEŞ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Üye: Doç. Dr. Nejla YÜRÜK

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Üye: Doç. Dr. Burcu ATAR

Ölçme ve Değerlendirme Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi

Üye: Doç. Dr. Erdat ÇATALOĞLU

Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Bilkent Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 23/02/2018

Bu tezin İlköğretim Anabilim Dalı Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı’nda Doktora tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Selma YEL

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü



Anneanneme...

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince akademik duruşu, kişiliği ve mesleki profesyonelliği ile kendime örnek aldığım, tez çalışma sürecimin bütün aşamalarında desteğini her zaman hissettiğim saygı değer hocam, tez danışmanım Prof. Dr. Salih ATEŞ’e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez sürecim boyunca değerli görüş ve önerileri ile araştırmama katkıda bulunan Prof. Dr. Bilal GÜNEŞ’e ve Doç. Dr. Nejla YÜRÜK’e, tez jürisinde yer alarak araştırmama katkı sağlayan Doç. Dr. Burcu ATAR, Doç. Dr. Erdat ÇATALOĞLU hocalarıma, doktora eğitimim sürecinde ders aldığım tüm hocalarıma teşekkür ederim.

Gazi Üniversitesi’nde tanıştığımız günden bu yana her zaman yanımda hissettiğim, tez çalışmam boyunca öneri ve yardımlarını esirgemeyen tüm arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

“Yurtiçi Doktora Burs Programı” kapsamında doktora eğitimimi maddi olarak destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı (BİDEB)’na, veri toplama sürecindeki desteklerinden dolayı Ankara Milli Eğitim Müdürlüğü’ne ve uygulamayı gerçekleştirdiğim okullardaki öğretmen ve öğrencilere teşekkür ederim.

Hayatım boyunca verdiğim her kararda yanımda olan, bugünlere gelmemin en büyük mimarı olan canım annem, babam, kardeşlerim ve şu an yanımda olmayan rahmetli anneanneme tüm kalbimle teşekkür ederim. Son olarak bu süreçteki motivasyon kaynağım, yol arkadaşım sevgili eşim Soner ŞAHİN’ gösterdiği sabır, ilgi, anlayış ve destekten dolayı teşekkür ederim.

**YEDİNCİ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN BİLİMSEL
OKURYAZARLIKLARI İLE BAZI BİLİŞSEL DEĞİŞKENLER
ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ**

(Doktora Tezi)

Feride Şahin
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Şubat/2018

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, yedinci sınıf öğrencilerinin mantıksal düşünme yetenekleri, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stilleri, mental kapasiteleri, zihinsel döndürme yetenekleri ve bilimsel okuryazarlık düzeyleri arasındaki olası ilişkileri incelemektir. Bu amaçla, belirtilen değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklayan bir model önerilerek, bu model Yapısal Eşitlik Modellemesi (YEM) teknikleri kullanılarak test edilmiştir. Bununla birlikte, öngörülen modelin cinsiyet gruplarında farklılaşıp farklılaşmadığı da incelenmiştir. Araştırmada, bireysel farklılıklar ile ilgili yapılan çalışmalarda sıklıkla kullanılan nedensel- karşılaştırmalı araştırma modeli esas alınmıştır. Araştırmanın ilk bölümünde bilimsel okuryazarlık (BO-S) testinin Türkçeye adaptasyonu yapılmıştır. Adaptasyon çalışması Ankara merkez ilçelerinde öğrenim gören 500 yedinci sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın ikinci bölümünde, Ankara merkez ilçelerinden seçkisiz tabakalı örnekleme yöntemi ile belirlenen 1000 yedinci sınıf öğrencisine, tüm ölçme araçları uygulanmıştır. Araştırmada kullanılan ölçme araçlarının yapı geçerliği, doğrulayıcı faktör analizi tekniğiyle, güvenirlikleri ise Cronbach α iç tutarlılık

katsayısı kullanılarak tespit edilmiştir. Yapılan analizler neticesinde, tüm ölçme araçlarının geçerli ve güvenilir bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. Ölçme araçlarına ilişkin, geçerlik ve güvenirlik incelemelerinden sonra, SPSS-23 paket program kullanılarak ön veri analizi yapılmıştır. Analizlerden sonra toplam 823 yedinci sınıf öğrencisinden oluşan örneklemde elde edilen veriler kullanılarak, araştırmada önerilen teorik model, Mplus 7.0 programı ile YEM teknikleri kullanılarak test edilmiştir. Yapılan analizler neticesinde araştırmada önerilen model desteklenmiştir. Nihai modele göre, yedinci sınıf öğrencilerinin mantıksal düşünme yetenekleri sadece doğrudan; alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stilleri hem doğrudan hem diğer bilişsel değişkenler üzerinden dolaylı olarak; mental kapasiteleri hem doğrudan hem de zihinsel döndürme yeteneği ve mantıksal düşünme yeteneği üzerinden dolaylı olarak; zihinsel döndürme yetenekleri hem doğrudan hem de mantıksal düşünme yeteneği üzerinden dolaylı olarak bilimsel okuryazarlık düzeylerini etkilemektedir. Araştırmada elde edilen nihai model, kız ve erkek öğrencilerin oluşturduğu örneklem için ayrı ayrı da test edilmiştir. Araştırma sonucunda, yedinci sınıfta okuyan kız öğrencilerin bilimsel okuryazarlık puanlarındaki varyansın %64'ü, erkek öğrencilerin bilimsel okuryazarlık puanlarındaki varyansın %48'i araştırmada yer alan mantıksal düşünme yeteneği, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller, mental kapasite ve zihinsel döndürme yeteneği değişkenleri tarafından açıklanmıştır. Yapılan analiz sonucunda, kız öğrencilerin oluşturduğu örneklemde toplam etkiler söz konusu olduğunda nihai modelde belirtilen etkiler arasında sadece zihinsel döndürme yeteneğinin, mantıksal düşünme yeteneği üzerine olan etkisi, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış, diğer etkiler ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Erkek öğrencilerin oluşturduğu örneklemde toplam etkiler söz konusu olduğunda nihai modelde belirtilen tüm etkiler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Erkek öğrencilerin oluşturduğu örneklemde sadece doğrudan etkiler söz konusu olduğunda alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stillerin bilimsel okuryazarlık üzerine olan etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur. Son olarak, bu araştırmadan elde edilen bulgular, ilgili alan yazındaki araştırmalar ile karşılaştırılarak, araştırmacılara ve fen eğitimi uygulayıcılarına öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bilimsel Okuryazarlık, Mantıksal Düşünme Yeteneği, Alan Bağımlı/Alan Bağımsız Bilişsel Stiller, Mental Kapasite, Zihinsel Döndürme Yeteneği, Cinsiyet, Yapısal Eşitlik Modellemesi

Sayfa Adedi: 349

Danışman: Prof. Dr. Salih ATEŞ

AN INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN SEVENTH GRADE STUDENTS' SCIENTIFIC LITERACY AND SOME COGNITIVE VARIABLES

(Ph. D Thesis)

Feride Şahin

GAZI UNIVERSITY

INSTITUTE OF EDUCATIONAL SCIENCES

February/2018

ABSTRACT

The aim of this study is to examine the possible relationships among logical thinking skills, field dependent/field independent cognitive styles, mental capacities, mental rotation abilities and scientific literacy levels of 7th grade students. For this purpose, a model describing the relationship among the variables is proposed, and this model is tested using Structural Equation Modeling (SEM) techniques. However, it is also examined whether the predicted model is differentiated based on gender or not. The research model of this study was the causal-comparative model which is frequently used on the studies related to individual differences. In the first part of the research, the Demonstrated Scientific Literacy (SL-D) test was adapted to Turkish language. The adaptation work was carried out with 500 of 7th grade students studying in the central districts of Ankara. In the second part of the study, all instruments were applied to 1,000 of 7th grade students determined by Random Stratified Sampling method of Ankara central districts. Reliability and construct validity of the instruments used in the research was verified by confirmatory factor analysis and Cronbach α internal consistency coefficient. As a result of the analyses made, it has been determined that the instruments have a valid and reliable structure. After analyzing the validity and reliability of the instruments, preliminary data analysis was performed using the SPSS-23 package program. After the analyzes, the theoretical

model suggested in the study was tested using the SEM techniques by using data collected from a sample of 823 of 7th grade students. As a result of the analyses made, the model proposed in the research is supported. According to the final model, the seventh-grade students' logical thinking ability directly predict their scientific literacy levels. The seventh-grade students' field-dependent / field-independent cognitive styles predict their scientific literacy levels both directly and indirectly through other cognitive variables of this study. Mental capacities predict scientific literacy levels both directly and indirectly through logical thinking ability. Mental rotation ability predicts scientific literacy levels both directly and indirectly through logical thinking ability. The final model obtained in the study was also tested on samples of female and male students. As a result of the research, 64% of the variance in the scientific literacy scores of female students and 48% of the variance in scientific literacy scores of male students were explained by the variables of logical thinking ability, mental capacity, field dependent/field independent cognitive styles and mental rotation ability. As a result of the analysis, when the cumulative effect of the sample formed by the girls was concerned, the effects stated in the final model were not statistically significant. As a result of the analysis, when the cumulative effect of the sample formed by the girls was concerned, showed that the effect of mental rotation ability on the logical thinking ability was not statistically significant and other effects were statistically significant in the effects stated in the final model. In the sample formed by males, when the cumulative effect was concerned, all the predictive effects mentioned in the final model were found to be statistically significant. In the sample formed by males, it was found that the effect of field dependent/field independent cognitive styles on scientific literacy was not statistically significant when only direct predictive effects were concerned. Finally, findings obtained from this research were compared with researches in the field and suggestions were given to researchers and science education practitioners.

Keywords: Scientific Literacy, Logical Thinking Skills, Field Dependent /Independent Cognitive Style, Mental Capacity, Mental Rotation Ability, Gender, Structural Equation Modelling.

Page Number: 349

Supervisor: Prof. Dr. Salih ATEŞ

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU	i
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI.....	ii
JÜRİ ONAY SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZ	vi
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER.....	x
TABLolar LİSTESİ.....	xvi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xix
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xxi
BÖLÜM I.	1
GİRİŞ.....	1
1.1.Problem Durumu	1
1.2.Önerilen Modele İlişkin Kuramsal Çerçeve	9
1.3.Çalışmanın Amacı.....	13
1.4.Hipotezler.....	15

1.5.Çalışmanın Önemi	16
1.6.Varsayımlar	18
1.7.Sınırlılıklar.....	18
1.8.Tanımlar	19
BÖLÜM II.....	22
KAVRAMSAL ÇERÇEVE ve İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	22
2.1.Bilimsel Okuryazarlık	22
2.1.1.Bilimsel Okuryazarlık Kavramının Tarihsel Gelişimi	24
2.1.2.Bilimsel Okuryazarlığı Kavramı ve Bileşenleri Üzerine Yapılan Araştırmalar	32
2.1.3.Bilimsel Okuryazarlık Türleri ve Seviyeleri ile İlgili Yapılan Araştırmalar	41
2.1.4.Bilimsel Okuryazarlığın Önemi	43
2.2.Bilişsel Boyuttaki Bireysel Farklılıklar	46
2.2.1.Piaget'in Bilişsel Gelişim Kuramı.....	46
2.2.1.3.Dengeleme	48
2.2.1.4.Piaget'de Bilişsel Yapı, Şema ve İşlem Kavramları	49
2.2.1.5.Bilişsel Gelişimin Basamakları	50
2.2.2.Piaget'in Teorisine İlişkin Yapılan Eleştiriler ve Neo Piagetian Teori	60
2.2.3.Mantıksal Düşünme Yeteneği İle İlgili Yapılan Çalışmalar	66
2.2.4.Mental Kapasite	85
2.2.5.Uzamsal Yetenek	99
2.2.6.Zihinsel Döndürme Yeteneği.....	106
2.2.7.Bilişsel Stiller	112

2.2.8. Bilişsel Boyutlu Bireysel Farklılıklar Arasındaki İlişkiler ile İlgili Araştırmalar	132
BÖLÜM III	156
YÖNTEM.....	156
3.1.Çalışmada Kullanılan Model	156
3.2.Evren ve Örneklem	156
3.3.Verİ Toplama Araçları	158
3.3.1.Bilimsel Okuryazarlık Testi	158
3.3.2.Mantıksal Düşünme Yetenek Testi.....	161
3.3.3.Grup Saklı Figürler Testi	164
3.3.4.Mental Kapasite Testi.....	165
3.3.4.Zihinsel Döndürme Testi.....	167
3.4.Bilimsel Okuryazarlık Testinin Adaptasyonu.....	168
3.5.Verİ Toplama Süreci.....	181
3.6.Verİlerin Analizi.....	182
3.6.1.Ön Verİ Analizi.....	182
3.6.2.Betimsel Analiz	183
3.6.3.Yapısal Eşitlik Modellemesi (YEM)	183
3.7.Çalışmanın İç Geçerlilik ve Dış Geçerlilik Tehditleri	195
3.7.1.İç Geçerlilik.....	195
3.7.2.Dış Geçerlilik	196
3.8.Etki Büyüklüğü	196
3.9.Güç	198

BÖLÜM IV	199
BULGULAR	199
4.1.Ön Veri Analizi	199
4.1.1.Eksik Veri Analizi	199
4.1.2.Uç Değerler	200
4.1.3.Normallik	200
4.1.4.Doğrusallık ve Eşvaryanslılık	201
4.1.5.Çoklu Bağlantılılık	201
4.2.Betimsel Analiz.....	201
4.3.Doğrulayıcı Faktör Analizi.....	205
4.3.1.Mantıksal Düşünme Yetenek Testi.....	206
4.3.2.Grup Saklı Figürler Testi	207
4.3.3.Mental Kapasite Testi	209
4.3.4.Zihinsel Döndürme Testi	212
4.4.Modelin Test Edilmesi	215
4.4.1.Ölçme Modelinin Test Edilmesi.....	215
4.4.2.Yapısal Modelin Testi	217
4.4.3.Toplam, Doğrudan ve Dolaylı Etkiler	220
4.5.Cinsiyet Değişkenine Göre Modelin Testi.....	225
4.5.1.Yapısal Modelin Testi (Kız öğrenciler)	225
4.5.2.Toplam, Doğrudan ve Dolaylı Etkiler (Kız öğrenciler)	227
4.5.3.Yapısal Modelin Testi (Erkek öğrenciler)	229
4.5.4.Toplam, Doğrudan ve Dolaylı Etkiler (Erkek öğrenciler)	231

4.6.Etki Büyüklüğü	233
4.7.Güç	234
BÖLÜM V	235
SONUÇ TARTIŞMA VE ÖNERİLER	235
5.1.Model ile İlgili Sonuçlar ve Tartışma.....	235
5.2.Modelin Cinsiyet Boyutu ile İlgili Sonuçları ve Tartışma	249
5.3.Öneriler	252
5.3.1.Fen Eğitimi Alanındaki Uygulamacılara Yönelik Öneriler	252
5.3.2.Fen Eğitimi Alanındaki Araştırmacılara Yönelik Öneriler	255
KAYNAKLAR.....	257
EKLER	300
Ek 1. Asıl Uygulama İzni.....	301
Ek.2 Bilimsel Okuryazarlık Testi Adaptasyon İzni	302
Ek 3 Bilimsel Okuryazarlık Testi Kullanım İzni	303
Ek 4 Bilimsel Okuryazarlık Testi	304
Ek 5 Grup Saklı Figürler Testi Kullanım İzni	313
Ek 6 Şekil Kesişim Testi Kullanım İzni	314
Ek 7 Zihinsel Döndürme Testi Kullanım İzni	315
Ek 8 Yapısal Model Output	316
Ek 9 Yapısal Model Yol Diagramı (Standartlaştırılmamış Regresyon Katsayıları ve Standart Hatalar).....	317
Ek 10 Yapısal Model Yol Diagramı (Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları ve Standart Hatalar).....	318
Ek 11 Yapısal Model Output (Kız).....	319

Ek 12 Yapısal Model Yol Diagramı (Standartlaştırılmamış Regresyon Katsayıları ve Standart Hatalar, Kız).....	320
Ek 13 Yapısal Model Yol Diagramı (Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları ve Standart Hatalar, Kız).....	321
Ek 14 Yapısal Model Output (Erkek)	322
Ek 15 Yapısal Model Yol Diagramı (Standartlaştırılmamış Regresyon Katsayıları ve Standart Hatalar, Erkek)	323
Ek 16 Yapısal Model Yol Diagramı (Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları ve Standart Hatalar, Erkek)	324
Ek 17. Güç Analizi	325

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1 <i>Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (2013) Bilimsel Okuryazarlık Bileşenleri</i>	35
Tablo 2 <i>PISA 2015 Bilimsel Okuryazarlık Değerlendirme Çerçevesi Boyutları</i>	37
Tablo 3 <i>NRC K-12 Fen Eğitimi Standartları</i>	38
Tablo 4 <i>Fives vd. Tarafından Oluşturulan Bilimsel Okuryazarlık Boyutları</i>	39
Tablo 5 <i>Yaş ve Piaget'in Bilişsel Gelişim Dönemleri ile Artan Mental Kapasite</i>	86
Tablo 6 <i>Alan Bağımlı- Alan Bağımsız Bilişsel Stillerdeki Bireylerin Özellikleri</i>	116
Tablo 7 <i>Alan Bağımlı/ Alan Bağımsız Bilişsel Stillerdeki Bireylerin Öğretim Faaliyetlerinde Başarılı Olmasını Sağlayan Özellikler</i>	118
Tablo 8 <i>Ankara Merkez İlçeleri Resmi Ortaokullardaki Öğrenci Sayısı</i>	157
Tablo 9 <i>Örnekleimde Yer Alan Öğrencilerin Bulundukları İlçelere Göre Dağılımı</i>	158
Tablo 10 <i>Testin Adaptasyon Sürecine Katılan Örneklemin Özellikleri</i>	169
Tablo 11 <i>Testin Son Haline İlişkin Betimsel İstatistikler</i>	172
Tablo 12 <i>Maddelere İlişkin Ayırt Edicilik ve Madde Güçlük İndeksleri</i>	173
Tablo 13 <i>Model Değerlendirilmesine Yönelik Standart Uyum İyiliği Ölçütleri ile Araştırmada Elde Edilen Değerler</i>	175
Tablo 14 <i>Model Parametrelerinin Standartlaştırılmamış ve Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları</i>	176
Tablo 15 <i>Testteki Dört Soruya İlişkin Ayırt Edicilik ve Madde Güçlük İndeksleri</i>	177
Tablo 16 <i>BO Testi Açıklayıcı Faktör Analizi Uyum İndeksleri</i>	179

Tablo 17 <i>BO Testi Faktör Yükleri</i>	180
Tablo 18 <i>Bazı Uyum İndeksleri ve Kabul Edilebilir Eşik Değerleri</i>	194
Tablo 19 <i>Testlerin Betimsel Analizleri</i>	202
Tablo 20 <i>Test Ortalamalarının Cinsiyet Gruplarına Göre ANOVA Sonuçları</i>	203
Tablo 21 <i>BO Testinin Betimsel Analizi</i>	204
Tablo 22 <i>Değişkenler Arasındaki Pearson Korelasyon Katsayıları (n= 823)</i>	205
Tablo 23 <i>Model Parametrelerinin Standartlaştırılmamış ve Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları</i>	207
Tablo 24 <i>Model Parametrelerinin Standartlaştırılmamış ve Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları</i>	209
Tablo 25 <i>Model Parametrelerinin Standartlaştırılmamış ve Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları</i>	211
Tablo 26 <i>Model Parametrelerinin Standartlaştırılmamış ve Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları</i>	214
Tablo 27 <i>Model Parametrelerinin Standartlaştırılmamış ve Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları</i>	217
Tablo 28 <i>Model Parametrelerinin Standartlaştırılmamış ve Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları ve Hipotez Testi Sonuçları</i>	219
Tablo 29 <i>Modelde Yer Alan Doğrudan, Dolaylı ve Toplam Etkiler</i>	220
Tablo 30 <i>Model Parametrelerinin Standartlaştırılmamış ve Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları ve Hipotez Testi Sonuçları (Kız öğrenciler)</i>	226
Tablo 31 <i>Modelde Yer Alan Doğrudan, Dolaylı ve Toplam Etkiler (Kız öğrenciler)</i>	227
Tablo 32 <i>Model Parametrelerinin Standartlaştırılmamış ve Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları ve Hipotez Testi Sonuçları (Erkek öğrenciler)</i>	230
Tablo 33 <i>Modelde Yer Alan Doğrudan, Dolaylı ve Toplam Etkiler</i>	231

Tablo 34 <i>Modelde Bulunan Yapısal Eşitliklerin Etki Büyüklükleri</i>	233



ŞEKİLLER LİSTESİ

<i>Şekil 1.</i> Bilimsel okuryazarlık, mantıksal düşünme yeteneği, bilişsel stiller, mental kapasite ve zihinsel döndürme yeteneği arasındaki ilişkilere ait teorik model.....	9
<i>Şekil 2</i> 1975- 2017 yılları arasında ERIC ve Web of Science veri tabanlarında fen başarısına etkisi araştırılan bilişsel boyutlu bireysel farklılıkların en çoktan en aza yüzdelik dağılımı	10
<i>Şekil 3 BO örnek soru</i>	161
<i>Şekil 4 MDYT örnek soru</i>	163
<i>Şekil 5 GSFT örnek soru</i>	164
<i>Şekil 6 ŞKT beşinci düzey örnek soru</i>	166
<i>Şekil 7 ZDT örnek soru</i>	168
<i>Şekil 8</i> Bilimsel okuryazarlık testi doğrulayıcı faktör analizi (Standartlaştırılmış regresyon katsayıları).....	175
<i>Şekil 9</i> BO-S testine ilişkin yamaç-birikinti grafiği	179
<i>Şekil 10.</i> Yol analizi, yapısal regresyon modeli ve doğrulayıcı faktör analizi modeli ile ilgili bir örnek	184
<i>Şekil 11</i> Örnek bir ÇGÇN model	185
<i>Şekil 12</i> YEM'in şematik gösterimi	188
<i>Şekil 13</i> Mantıksal düşünme yetenek testinin doğrulayıcı faktör analizi (Standartlaştırılmış regresyon katsayıları).....	206
<i>Şekil 14</i> Grup saklı figürler testinin doğrulayıcı faktör analizi (Standartlaştırılmış regresyon katsayıları).....	208

<i>Şekil 15</i> Mental kapasite testinin doğrulayıcı faktör analizi (Standartlaştırılmış regresyon katsayıları).....	210
<i>Şekil 16</i> Zihinsel döndürme testinin doğrulayıcı faktör analizi (Standartlaştırılmış regresyon katsayıları).....	213
<i>Şekil 17</i> BO doğrulayıcı faktör analizi (Standartlaştırılmış regresyon katsayıları)	216
<i>Şekil 18</i> Yedinci sınıf öğrencileri bilimsel okuryazarlık düzeyi için kavramsal ÇGÇN modeli	218



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
AAAS	American Association for the Advancement of Science
APA	American Psychological Association
NRC	National Research Council
NSB	National Science Board
NCEE	The National Commission on Excellence in Education
NSTA	National Science Teachers Association
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development
BO	Bilimsel Okuryazarlık
BO-S	Sergilenen Bilimsel Okuryazarlık
MDY	Mantıksal Düşünme Yeteneği
MK	Mental Kapasite
ZDY	Zihinsel Döndürme Yeteneği
BS	Bilişsel stiller
ŞKT	Şekil Kesişim Testi
GSFT	Grup Saklı Figür Testi
PISA	Programme for International Student Assessment
TIMSS	Third International Mathematics and Science Study

BÖLÜM I.

GİRİŞ

Bu bölümde problem durumu, önerilen modele ilişkin kuramsal çerçeve, problemin amacı, önemi, araştırmanın varsayımları, sınırlılıkları ve tanımlar yer almaktadır.

1.1.Problem Durumu

Bilim, teknoloji ve mühendislikteki yaşanan hızlı ilerlemeler, insan yaşamında çok büyük değişiklikler meydana getirmiştir. Öyle ki genetik, nanoteknoloji, biyomühendislik gibi alanlarda yaşanan hızlı gelişmeler insan yaşamı için çok önemli yeni fırsatlar oluşturmakla birlikte zamanla insan yaşamını tehdit eden çok sayıda toplumsal sorunu da beraberinde getirebilmektedir. Bu sebeple yaşanan bilimsel gelişmeleri desteklemekle birlikte bu gelişmeleri eleştirel bir bakış açısı ile irdeleyebilecek bireylerin varlığı, ülkelerin geleceği açısından önem taşımaktadır. Araştırmacılar yeteri düzeyde bilimsel okuryazar olan bireylerin sigara, diyet ve aşılama gibi kişisel tercihler hakkında daha bilinçli kararlar verebildiklerini belirtmektedir. Aynı zamanda bilimin doğası hakkında bilgi sahibi olan bireyler gerçek olmayan bilimsel bilgileri eleştirebilecek, bu sayede de sağlıksız diyetler ve alternatif tıp uygulamaları hakkında sorgulayıcı olabileceklerdir (Royal Society, 1985'den aktaran Laugksch, 2000). Bilimsel okuryazarlığın yukarıda belirtilen bireysel katkıları dışında toplumsal açıdan katkıları da bulunmaktadır. Ülkelerin bilim, teknoloji ve mühendislik alanlardaki hızlı ilerlemeleri onların ekonomik, toplumsal ve politik gelişmeleri ile ilişkilendirilmektedir (Friedman, 2005). Çünkü ulusların zenginliği, uluslararası pazarlarda başarılı bir şekilde rekabet edebilmeleri ile bağlantılıdır. Yüksek teknoloji içeren bu ürünlerin bulunduğu pazarlarda rekabet edebilmek için de ulusal araştırma ve geliştirme programlarının etkili bir şekilde çalışması gerekmektedir. Araştırma ve geliştirme programları ise bilim adamları, mühendisler ve teknik olarak eğitilmiş personelin istikrarlı

bir şekilde yetiştirilmesi ile desteklenebilecektir. Bu kaynağın arttırılması ise vatandaşları, uygun bilimsel okuryazarlık seviyesine sahip olan ülkeler için mümkün olabilecektir. Bir ülkede vatandaşların yüksek düzeyde bilimsel okuryazar olması, bilimin gelişmesi için en büyük destek olarak değerlendirilmektedir (Laugksch, 2000).

Yukarıda bahsedilen sebeplerden dolayı öğrencileri bilimsel okuryazar bireyler olarak yetiştirebilmek, uzun yıllardır fen eğitimcilerinin temel amaçlarındandır. Birçok ülkede öğrencilerin bilimsel okuryazar olarak yetişmesi, bilim eğitimi reformlarının ortak vurgusudur (Liu, 2009). Nitekim ABD Ulusal Bilim Eğitimi Standartları (US National Science Education Standarts (National Research Council, 1996)), İngiltere Ulusal Müfredatı (The National Curriculum for England (Department of Education and Employment, 1999)), Kanada Bilim Öğrenme Çıktılarının Genel Çerçevesi (The Canadian Common Framework of Science Learning Outcomes (Council of Ministers of Education, 1997)), Türkiye Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (MEB, 2006, 2013, 2017) bilim eğitimi reformlarında bilimsel okuryazarlığı vizyon edinmişlerdir. Bilimsel okuryazarlık kavramının tarihsel gelişimini incelediğinde, 1950’lerden sonra Amerika’da fen eğitimi reform hareketlerinin başlamasıyla birlikte öncelikle içerik odaklı fen derslerine yoğunlaşmışken daha sonraları ise bağlam odaklı fen derslerine yoğunlaşıldığı görülmektedir. Bu durum Vizyon I ve Vizyon II olmak üzere iki temel yaklaşım ile açıklanmıştır. İlk ortaya çıkan yaklaşım olan Vizyon I bilimin ürünlerini ve süreçlerini ifade etmektedir. Bu yaklaşım öğrencilere hem içerik bilgisinin hem süreç bilgisinin verilmesi gerektiğini savunmaktadır. 1980’lere gelindiğinde bağlam odaklı fen anlayışı gelişmeye başlamıştır. Bu anlayış Vizyon I’i de içine almakla beraber, öğrencilerin günlük hayatta karşılaştığı sorunları bilimsel yaklaşımları kullanarak çözebilmelerini sağlayabilecek programların geliştirilmesini öngörmektedir (Robert 2007). Nitekim 1975 yılı Hurd’un “Fen, Teknoloji ve Toplum: Disiplinler arası Fen Öğretimi için Yeni Amaçlar” başlıklı çalışması ile bilimsel okuryazarlık kavramında Fen-Teknoloji-Toplum vurgusunun yapılmasının başlangıcı olarak kabul edilmektedir. 1987’de, Ulusal Araştırma Konseyi (the National Research Council) yayınladığı “K-12 Sınıflarında Fen ve Matematik Eğitiminin Niteliğinin Göstergeleri” başlıklı raporunda bilimsel okuryazarlığı, bilimsel dünya görüşünün doğası, bilimsel girişimlerin doğası (etik ve değerler), eleştirel düşünme ve bilimsel yöntemlerin kullanımı, insan ilişkilerinde bilimin rolünü kapsayan çeşitli boyutlara sahip olan bir yapı olarak tanımlamıştır (Murname ve Raizen, 1988, s.16). 1980’lerin sonunda Project 2061 ve bu projenin en önemli parçası olan Bütün Amerikalılar

için Bilim (Science for All Americans) raporuna göre bilimsel okuryazar olan birey; bilim, matematik ve teknolojinin güçlü ve zayıf yönleri ile birbiri ile bağlantılı insan girişimleri olduğunun farkında olan, temel fen kavram ve prensiplerini kavrayan, doğal dünyayı bilen ve hem çeşitliliğini hem de birliğini tanıyan, bilimsel bilgiyi bireysel ve toplumsal amaçlar için bilimsel düşünme biçimlerinde kullanan kişidir (Rutherford ve Ahlgren, 1989, s.4). Amerika’da olan bu gelişmelerin dışında İngiltere’de yayınlanan 2000’in Ötesi: Gelecek için Fen Eğitimi (Beyond 2000: Science Education for the Future) raporunda, tüm bireylerin bilimsel okuryazar olmasının günlük hayatta karşılaşılan problemler ile ilgili uygun kararlar verilebilmesi için gerekli olduğu belirtilmektedir (Millar & Osborne, 1998). Bilimsel okuryazarlığa ilişkin en güncel tanımlamalardan birisi Fives, Huebner, Birnbaum ve Nicolich’in (2014) yaptığı tanımdır. Araştırmacılar bilimsel okuryazarlığı, bireylerin herhangi bir bilim alanının doğası ve süreçleri hakkında bilgi sahibi olmalarını bu şekilde de bilimi pragmatik ve anlamlı bir şekilde günlük yaşamda kullanılabilmeleri olarak tanımlamaktadırlar. Araştırmacılara göre bilimsel okuryazar olan bir kişi, bilimin günlük yaşamdaki sorunları çözmek için nasıl kullanılabileceğini belirleyebilmelidir. Bu tanımların dışında bilimsel okuryazarlığın bileşenlerine ilişkin sınıflamalar da mevcuttur. Osborne (2007) bilimsel okuryazarlığı; fen ile ilgili olguları açıklamak için kullanılan kavramsal boyut, öğrencilerin bilimsel anlamda eleştirel düşünme becerilerinin gelişimini sağlayan bilişsel boyut, öğrencilerin işbirliği içinde çalışma yeteneklerini gelişimini sağlayan sosyal ve duyuşsal boyut, öğrencilerin bilimin epistemolojisini anlamalarını sağlayan bilim hakkındaki fikirler boyutu şeklinde sınıflandırmıştır. Bu sınıflama ülkemizde Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’da Bilgi, Beceri, Duyuş, Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre olarak yapılmıştır (MEB, 2013).

Bireylerin bilimsel okuryazarı olarak yetişmesi hem bireysel hem de toplumsal açıdan çok önemli olmakla birlikte, bireyleri bilimsel okuryazar olarak yetiştirebilmek oldukça zordur. Bu durum bilimsel okuryazarlığın işevuruk tanımından, öğretmenlerden, kullanılan öğretim materyallerinden, ölçme değerlendirme yaklaşımlarından, öğretim ortamının özelliklerinden ve bireysel farklılıkların ayrı ayrı etkilerinden kaynaklanabileceği gibi, bu değişkenlerin birbiri ile olan etkileşiminden de kaynaklanabilmektedir (Lipuma, 2008). Bu durumda çeşitli değişkenlerin bilimsel okuryazarlığın gelişimi üzerindeki etkisini araştırmak önem arz etmektedir. Bunlardan birisi bireysel farklılıklardır. Bireysel farklılıklarda bilişsel, duyuşsal ve psikomotor boyutlarda olabilir. Bilişsel boyuttaki bireysel farklılıklar arasında üzerinde

en çok araştırma yapılan bireysel farklılıklardan birisi mantıksal düşünme yeteneğidir (Mantıksal düşünme yeteneği [MDY]). Öğrencilerin, mantıksal düşünme yeteneklerinin gelişimi, uzun yıllardan bu yana gelişim psikolojisi, eğitim psikolojisi ve son zamanlarda fen eğitimi araştırmalarının odağında bulunmaktadır (Lawson, 1992a, 1992b, 2004; Shayer & Adey, 1992; Vadapally, 2014). Pek çok bilim adamının belirttiği üzere fen başarısı hipotez oluşturma ve test etme vasıtasıyla doğal olguları açıklamak olarak tanımlanıyorsa, fen başarısının en önemli yordayıcılarından birisi mantıksal düşünme yeteneğidir (Lawson, 1985). Buna ek olarak fen eğitiminin amaçlarından birisinin de akademik başarıyı sağlamak olduğu düşünüldüğünde, fen deslerindeki akademik başarı ve mantıksal düşünme yeteneği arasında ortaokul, lise ve üniversite seviyesinde yüksek düzeyde korelasyonlar bulunmaktadır (Araz, Sungur, 2007; Shayer & Adey 1992, 1993; Vadapally, 2014).

Mantıksal düşünme yeteneği, bilişsel gelişim kavramının çatısı altında incelenmektedir. Bilişsel gelişime ilişkin en çok kabul görmüş teori Piaget'in Bilişsel Gelişim Teorisi'dir. Piaget bu teori ile gençlerin ve çocukların, çevresi ile ilgili problemleri çözerken kullandıkları düşünme sistemlerinin nasıl geliştiği ve değiştiğine ilişkin bir çerçeve sunmaktadır (Senemoğlu 2003, s.39). Piaget'in çalışmaları ölümünden yaklaşık 25 yıl sonra eğitim psikolojisi, fen eğitimi, ilk çocukluk eğitiminin içinde bulunduğu geniş bir spektrumda yaygın bir şekilde uygulanmıştır (Flavell, 1996). Piaget'e göre benzer mantıksal yapıya sahip olan bütün etkinlikler, aynı gelişim döneminde olan bütün öğrenciler tarafından yapılabilmelidir. 1960'larda Piaget'in fikirlerini test etmek için pek çok deneysel çalışma yapılmıştır. Bu deneysel çalışmaların bulgularının bir kısmı Piaget'in fikirlerini destekleyici nitelikte iken bir kısmı ise teorinin bazı yönlerinin sorgulanmasına ve eleştirilmesine neden olmuştur.

Teori üzerindeki en büyük eleştirilerden birisi, bu teorinin bireysel farklılıkların bilişsel gelişim üzerindeki etkisini göz ardı ettiği üzerinedir. Teori bazı bireylerin diğerlerine göre bilişsel gelişim dönemlerinde daha hızlı ilerlemelerinin sebebini açıklayamamaktadır (Greenberg, 1987). Bu bulgular sonucunda bazı araştırmalar yeni deneysel bulgular ile Piaget'in teorisini genişletmeyi ve düzenlemeyi seçmiştir. Bu son araştırmacılar Neo-Piagetianlar olarak ifade edilmektedir (Knight ve Sutton, 2004). Bu teorisyenler 25 yılı aşkın süredir bir yandan Piaget'in teorisinin temel yönlerini korumaya çalışırken diğer yandan da teorinin eksik olan kısımlarını geliştirmeye ve değiştirmeye çalışmışlardır (Case, 1992; Pascual-Leone, 1970). Bu bağlamda bilişsel gelişime ilişkin farklı bir bakış açısı ile yeni

teoriler öne atılmıştır. Bunlar, Pascual-Leone'nin Yapılandırmacı Operatörler Teorisi (Yapılandırmacı Operatörler Teorisi [YOT]), Case Teorisi ve Fischer'in Beceri Teorisi'dir. Bu yeni teorisyenlerin Piaget'in teorisi üzerinde yaptığı düzenlemelerden en önemlisi, bireysel farklılıkların bilişsel gelişim üzerindeki etkisinin incelenmesi ile ilgilidir. İlk Neopiagetian teorisyen olan Pascual-Leone'nin Yapılandırmacı Operatörler Teorisi, benzer mantıksal yapıya sahip olan etkinliklerin aynı gelişim dönemindeki öğrenciler tarafından yapılamamasını, öğrencilerin mental kapasitelerindeki farklılıklara bağlamaktadır. Mental kapasite, çocukluk döneminden itibaren yaşla birlikte arttığı önerilen, çalışma hafızası kapasitesinin bir bileşenidir. Başka bir ifade ile mental kapasite, yapılan etkinliklerle ilgili zihindeki şemaların aktifleşmesini sağlayan sınırlı bir kaynağı ifade etmektedir (Pascual-Leone & Johnson, 2005, 2011). Mantıksal düşünme yeteneği öğrencilerin fen başarısını yordayan önemli bir değişken olmasına rağmen, Pascual-Leone bu yeteneğinin öğrencilerin başarılarını açıklamada tek başına yeterli olmadığını ileri sürmektedir. Pascual-Leone yaşla birlikte artan ve yaş içi varyans gösterebilen mental kapasitenin öğrencilerin başarılarını etkileyen önemli bir değişken olduğunu açıklamaktadır (Pascual-Leone & Goodman, 1979). Nitekim fen eğitimi ile ilgili alanyazın incelendiğinde de mental kapasitenin öğrencilerin fen başarılarını istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkileyen bir değişken olduğu görülmektedir (Tsaparlis, 2005; Stamovlasis, 2009). Bu araştırmalara ek olarak mental kapasitenin sadece fen başarısının değil, MDY'nin istatistiksel olarak anlamlı yordayıcısı olduğu; uzamsal yetenek ve bilişsel stiller değişkenleri ile de istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde ilişkili olduğu belirtilmektedir.

Pascual-Leone YOT'da, bireylerin yapısal mental kapasitesinin (My) bilişsel görevler sırasında tamamıyla kullanılamayacağını ve çeşitli faktörlerin mental kapasitenin kullanımını etkileyebildiğini belirtmektedir. Bu faktörlerden birisi bireylerin sahip olduğu bilişsel stillerdir (Pascual-Leone, 1970). Bilişsel stiller kavramı pek çok bilim insanı tarafından tanımlanmıştır. Morgan (1997)'a göre bilişsel stiller, bir bireyin bilgiyi elde etmede ya da öğrenmede kullandığı karakteristik bir özelliktir (aktaran Şen, 2010). Bilişsel stiller alan yazınında bilişsel stillere ilişkin farklı sınıflandırmalar bulunsa da bugüne kadar en çok tartışılan ve üzerinde en çok araştırma yapılan bilişsel stiller alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller sınıflandırmasıdır (Witkin vd., 1977). Alan bağımlı/alan bağımsızlık boyutu bireyin bilişsel ve sosyal alandaki etkinliklerinde bireyin dışındaki algı kaynaklarından daha az ya da daha çok etkilenme eğilimi olarak tanımlanmaktadır. Alan

bağımsız bireyler, içinde bulundukları alanın karmaşık yapısını çözümlemeye ve belirli bir ögeyi karmaşık bir bütün içinden bulup çıkarabilmede, dışsal uyarıcılardan alan bağımlı bireylere göre daha az etkilenmektedirler. Alan bağımlı bireyler algılarını etkileyen dışsal uyarıcılara önem verirken, alan bağımsız bireyler için dışsal uyarıcılar değil içsel uyarıcılardan daha fazla etkilenmektedirler (Jonassen & Grabowski, 1993).

Alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller alanyazını incelendiğinde, bu değişken ile akademik başarı arasındaki ilişkinin ele alındığı çok sayıda çalışma bulunduğu görülmektedir. Araştırmaların sonucuna göre alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller, akademik başarının güçlü bir yordayıcısı olarak belirtilmektedir (Terrell, 2002). Tinajero and Paramo'nun (1998) yapmış oldukları derleme çalışmasında tüm disiplinlerdeki (fen bilimleri, sosyal bilimler, dil bilimleri) alan bağımsız öğrencilerin daha başarılı olduğunu belirtilmektedir. Fen eğitimi alanında yapılan çalışmalara bakıldığında da benzer tablonun olduğu görülmüş, alan bağımsız öğrencilerin fen başarılarının alan bağımlı öğrencilere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Ateş & Çataloğlu, 2007; Çataloğlu & Ateş, 2013). İlgili alan yazında, yapılan araştırmalar incelendiğinde alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stillerin sadece fen başarısının değil, MDY'nin, fonksiyonel mental kapasitelerinin, uzamsal yeteneklerin de istatistiksel olarak anlamlı yordayıcısı olduğu, yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur. Cinsiyet değişkeni açısından ise bazı araştırmalarda alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stillere sahip bireylerden elde edilene puanlara göre cinsiyet gruplarına göre elde edilen puanlar arasındaki farkın oldukça küçük olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirtilirken (Horzum & Alper, 2006; Maghsudi, 2007; Witkin vd., 1977), bazılarında ise bu farkın erkekler lehine daha yüksek olduğu (Kirk, 2000; Onyekuru, 2015) belirtilmektedir.

Bireyler arasındaki en belirgin bilişsel bireysel farklılıklardan birisi olan uzamsal yetenek üzerine olan araştırmalar, 1800'lerden bu yana artarak devam etmektedir (Harle ve Towns, 2010). Uzamsal yeteneği gelişen bireyler, farklı bilim dalları arasındaki karşılıklı ilişkileri daha kolay fark edebilmektedirler. Örneğin bilinçaltını buz dağının görünmeyen kısmına benzeten Freud, "yaşam ağacı" kavramını bulan Darwin, bu yeteneği gelişmiş olan bilim insanlarından (Gardner, 1983). Shepard (1978), Einstein'ın nadiren kelimelerle düşündüğünü ifade etmiş ve onun dehasının, nedenler, sonuçlar ve olasılıklara ilişkin matematiksel hesaplamalardan ziyade uzamsal görselleştirme olduğunu ifade ederek, bu yeteneğin fen bilimlerindeki önemini vurgulamıştır (akt. Piburn, 1980). Fen bilimleri dersi

uzamsal yeteneğin en çok kullanıldığı derslerden birisi olmasının yanı sıra, bu yetenek fen derslerindeki öğrenci başarısının da önemli yordayıcılarından birisidir. Ayrıca öğrencilerin uzamsal yetenek performanslarının, yıllar sonra fen ve matematik alanlarındaki başarılarını da yordadığı belirtilmektedir (Shea, Lubinski & Benbow, 2001). Fen, teknoloji, mühendislik, matematik ve diğer alanlardaki başarıyı elde etmek için, bu yetenek etkili olmasına rağmen eğitimciler bu yetenekleri geliştirmede çoğunlukla başarısız olmaktadır (Mohler, 2006; Sorby, 2009; Halpern, 2005). Hâlbuki araştırmalar bu yeteneklerin geliştirilebilir nitelikte olduğunu göstermektedir (Sorby, 2009). Uzamsal yeteneğin bileşenlerinden birisi olan zihinsel döndürme yeteneğinin verilen eğitimlerle geliştirilebileceğine ilişkin yapılan iki meta-analiz çalışmasında (Baenninger & Newcombe, 1989; Uttal, vd., 2013b) belirtildiği üzere uzamsal etkinliklere ve materyallere odaklanılarak verilen eğitimler zihinsel döndürme yeteneğinin geliştirilmesine olanak sağlamakla birlikte bu gelişim uzamsal yeteneğin diğer bileşenlerine de olumlu yönde etki etmektedir.

Zihinsel döndürme yeteneği, günlük yaşamda karşılaşılan birçok etkinlikte kullanılmakla birlikte biyoloji, fizik, kimya, geometri gibi derslerde de kullanılması gerekmektedir (Peters, Lehmann, Takahira, Takeuchi, & Jordan, 2006). Bu yetenek, bireylerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına yönelimlerini belirleyen temel değişkenlerden birisidir (Wai, Lubinski, & Benbow, 2009). Bu alan ile ilgili yapılan araştırmalar incelendiğinde zihinsel döndürme yeteneğinin, fen başarısı için (Bodner & McMillen, 1986; Vasilyeva & Dulaney, 2014) önemli bir faktör olduğu belirtilmektedir. Bunlara ek olarak yapılan meta-analiz ve derleme çalışmaları da zihinsel döndürme yeteneğinin fen, teknoloji, mühendislik, matematik (FETEMM) alanlarındaki öğrenci başarısı için önemli bir faktör olduğunu ifade etmektedir (Harle & Towns; Maeda & Yoon, 2013; Uttal & Cohen, 2012; Wai, Lubinski, & Benbow, 2009). İlgili alan yazında yapılan araştırmalar incelendiğinde zihinsel döndürme yeteneğinin sadece fen başarısının değil öğrencilerin MDY'nin de istatistiksel olarak anlamlı yordayıcısı olduğu mental kapasite ve bilişsel stiller değişkenleri ile de istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde ilişkisinin olduğu belirtilmektedir. Cinsiyet değişkeni açısından ise cinsiyet gruplarına göre elde edilen puanlar arasındaki farkın erkekler lehine daha yüksek olduğu belirtilmektedir.

Fen eğitiminde bireysel farklılıklar ve fen başarısı arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalarda, fen başarısı çoğunlukla fen derslerindeki konulara ilişkin problem çözme yeteneğinin ölçülmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Ancak günümüzde öğrencilerin fen

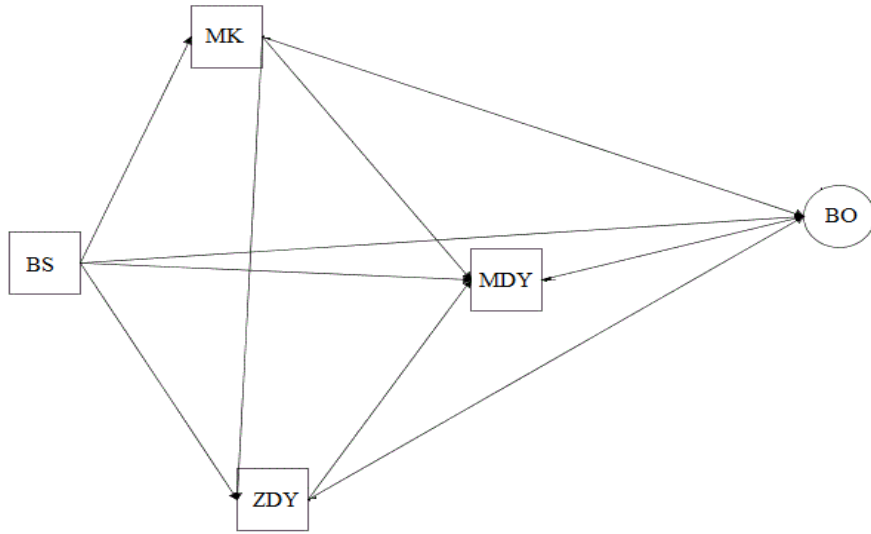
başarısının sadece problem çözme yeteneği olarak ölçülmesi eleştirilmektedir (Ateş & Çataloğlu, 2007). Mantıksal düşünme yeteneği, mental kapasite, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller, zihinsel döndürme yeteneği gibi bireysel farklılıkların alanyazını incelediğinde bu değişkenler ile fen başarısı arasında pozitif yönde bir ilişkinin olduğu ve aynı zamanda bu değişkenlerin fen başarısına etki eden önemli değişkenler olduğu görülmektedir. Ancak yapılan çalışmalar detaylı olarak incelendiğinde fen başarısının işe vuruk tanımının çoğunlukla problem çözme yeteneği olduğu, bunun dışında bazı çalışmalarda kavramsal anlama düzeyi olarak ele alındığı görülmektedir. Belirtilen bilişsel değişkenler ile ilgili alanyazın incelendiğinde öğrencilerin fen başarısını, bilimsel okuryazarlık düzeyleri olarak ele alan çok az çalışmaya rastlanmaktadır. Oysaki bilimsel okuryazarlık uluslararası boyutta iyi bilinen eğitsel bir slogan, terim ve çağdaş eğitimin temel hedefidir (Laugksch, 2000). Öyle ki birçok ülkede öğrencilerin bilimsel okuryazar olarak yetişmesi bilim eğitimi reformlarının ortak vurgusudur (Liu, 2009). Nitekim ülkemizde Fen Bilimleri Dersleri Öğretim Programı (2005'ten bu yana) bilimsel okuryazarlığı vizyon edinmiştir. Bu açıdan bakıldığında yukarıda bahsedilen bireysel farklılıklar ile fen başarısı arasındaki ilişkilerin bilimsel okuryazarlık boyutunda tekrar incelendiği çalışmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca bu alanda birden fazla bağımlı ve bağımsız değişken arasındaki doğrudan ve dolaylı ilişkileri tek seferde sistemli bir şekilde ele alan bir çalışmaya da rastlanmamıştır. Bu tür çalışmalarda en etkili analiz yöntemi, yapısal eşitlik modellemesidir (Meydan & Şeşen, 2011, s. 6). Yapısal eşitlik modellemesinin (YEM) temel istatistiksel yöntemlere göre çeşitli üstünlükleri vardır. Bu yöntem çok sayıda değişkenin aynı anda analiz edilmesini sağlayarak karmaşık olguların daha iyi yorumlanmasına olanak sağlamaktadır. Diğer istatistiksel yöntemlerde ölçüm hataları yok sayılarak analizler yapılmaktadır. YEM'de yapılan analizlerde ölçüm hataları da dikkate alınarak analizler yapılmaktadır. Bu durum araştırmadan elde edilen sonuçların güvenilirliği açısından oldukça önemlidir. Bunların dışında doğrudan etkilerin yanı sıra dolaylı etkilerin de yorumlanmasına olanak sağlayarak, karmaşık olguların daha derinlemesine yorumlanmasına olanak sunmaktadır (Schumacker & Lomax, 2010, s.7).

Sonuç olarak bu araştırmada YEM'in bahsedilen avantajlarından yararlanılarak fen başarısı ile anlamlı ilişkisi olduğu belirtilen bilişsel boyuttaki bireysel farklılıkların, öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeyleri ile olan ilişkilerini, güçlü bir istatistiksel yöntem

ile ortaya koyan bir model oluşturmak ve bu modelin kız ve erkek öğrenciler için farklılaşıp farklılaşmadığını incelemek hedeflenmiştir.

1.2.Önerilen Modele İlişkin Kuramsal Çerçeve

Bu bölümde araştırmada yer alan değişkenlere ilişkin ilgili alanyazına göre önerilen teorik modele ve modeldeki değişkenler arasındaki muhtemel ilişkilere ait kuramsal çerçeveye yer verilmiştir.

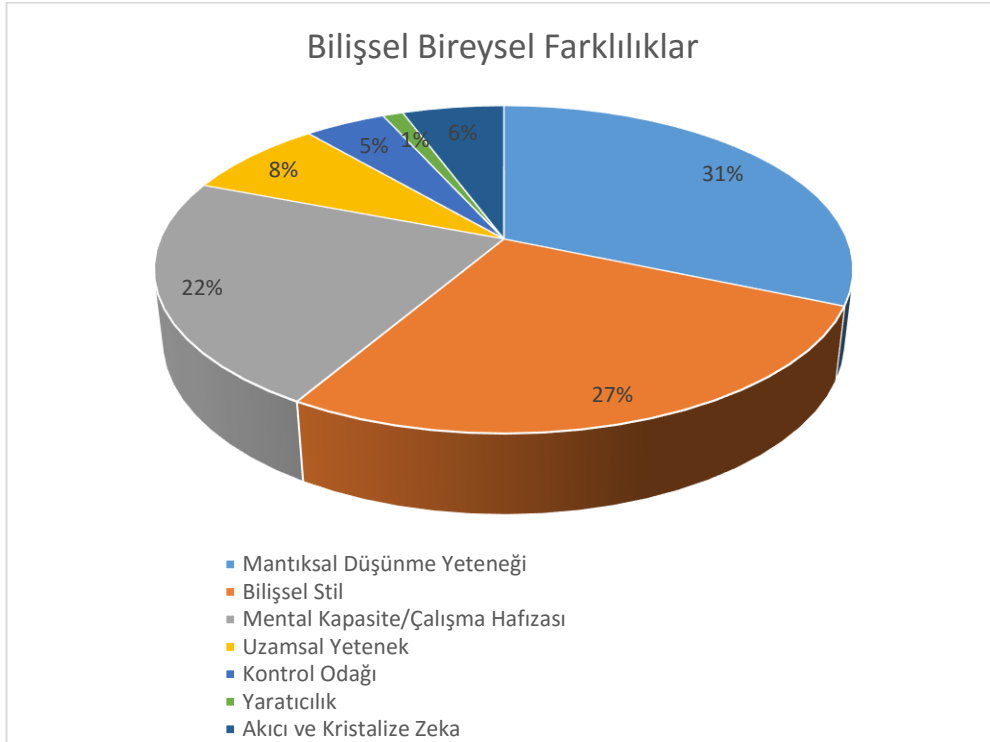


Şekil 1. Bilimsel okuryazarlık, mantıksal düşünme yeteneği, bilişsel stiller, mental kapasite ve zihinsel döndürme yeteneği arasındaki ilişkilere ait teorik model

Bu araştırmada test edilecek teorik model Şekil 1’de gösterilmektedir. Bu modele göre, mantıksal düşünme yeteneğinin (MDY) bilimsel okuryazarlık düzeyini doğrudan yordayacağı düşünülmektedir. Alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin (BS), mental kapasitenin (MK) ve zihinsel döndürme yeteneğinin (ZDY), öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerini hem doğrudan hem de mantıksal düşünme yeteneği üzerinden dolaylı olarak yordayacağı düşünülmektedir. Alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin ve mental kapasite değişkenlerinin zihinsel döndürme yeteneği üzerinden dolaylı olarak da öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerini yordayacağı düşünülmektedir. Öğrencilerin alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin, mental kapasitelerinin ve zihinsel döndürme yeteneklerinin, mantıksal düşünme yeteneklerini doğrudan yordayacağı düşünülmektedir. Ek olarak alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin ve mental kapasitelerinin zihinsel döndürme yeteneği üzerinden dolaylı olarak mantıksal düşünme yeteneklerini yordayacağı da

düşünülmektedir. Öğrencilerin alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin ve mental kapasitelerin zihinsel döndürme yeteneği üzerine doğrudan yordama etkilerinin olduğu düşünülmektedir. Ayrıca öğrencilerin alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin mental kapasite değişkeni üzerinden dolaylı olarak da zihinsel döndürme yeteneğini yordayacağı düşünülmektedir.

Bu araştırmada öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeyine etki edebilecek 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. Bu araştırmanın odağı bilişsel boyutta olan bireysel farklılıklar olduğu için, sadece bilişsel boyuttaki bireysel farklılıkları içeren araştırmaların yüzdeleri hesaplanmıştır. Taramanın sonuçları aşağıdaki grafikte gösterilmektedir. Bu araştırmada modele dâhil edilecek değişkenleri belirlemek için alan yazında görülme yüzdesi açısından %5 sınırı ve değişkenlerin arasında var olan nedensel ve korelasyonel ilişkiler temel alınmıştır. Bu sonuçlardan yola çıkarak, alanyazında sıklıkla karşımıza çıkan ve aynı zamanda birbirleri ile nedensel ve korelasyonel ilişkileri bulunan, mantıksal düşünme yeteneği, bilişsel stiller, mental kapasite ve uzamsal yetenek bilişsel değişkenlerinin, öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerine olan etkisi incelenmiştir.



Şekil 2 1975- 2017 yılları arasında ERIC ve Web of Science veri tabanlarında fen başarısına etkisi araştırılan bilişsel boyutlu bireysel farklılıkların en çoktan en aza yüzdelik dağılımı

Şekil 1’deki teorik modelde yer alan yollar (path), ilgili alanyazın ışığında oluşturulmuştur. Her bir bilişsel değişkenin öğrencilerin fen başarısı üzerindeki etkisini gösteren çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Bu sebeple modelde her bir bireysel farklılığın, öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerini doğrudan yordadığı öngörülmüştür. Şekil 2’de de görüldüğü gibi fen başarısına ilişkin bireysel farklılıklar alanyazınında, üzerinde en çok araştırma yapılan değişkenlerden birisi mantıksal düşünme yeteneğidir. MDY, Piaget’in bilişsel gelişim teorisinde soyut işlemler döneminde bulunan bireylerden beklenen mantıksal düşünme işlemlerini (değişkenlerin teşhisi ve kontrolü, orantısal akıl yürütme, olasılıklı akıl yürütme, ilişkisel akıl yürütme ve kombinasyonel akıl yürütme) içeren bir yapıdır (Lawson, 1982; Valanides, 1996). Daha önce de belirtildiği gibi bu alanda yapılan araştırmalar MDY’nin fen başarısının en önemli yordayıcılarından biri olduğunu göstermektedir. Piaget’in bilişsel gelişim teorisi pek çok alanda kabul görmüş olan bir teori olmasına rağmen zaman içinde teori hakkında bazı eleştiriler söz konusu olmuştur. Piaget’in teorisi hakkındaki en temel eleştirilerden biri, teoride bireylerin “epistemic subject” olarak tanımlaması ve dolayısıyla bireylerin performansında bireysel farklılıkların dikkate alınmamasıdır. Epistemic subject, Piaget’in teorisinde kullanılan bir terimdir. Epistemic subject soyut bir kavramı ifade etmekle birlikte eğer benzetme yapılacak olursa ideal birey, ideal gözlemciye benzer yapıya sahiptir (Niaz, 1992).

Piaget bireyleri epistemic subject olarak betimlemesi teorisinin bazı durumları açıklayamamasına sebep olmuştur. Piaget’in teorisinin bazı yönlerini kabul edip, teorisinin eksikliklerini tamamlamaya çalışan Neo Piagetin bir teorisyen olan Pascual-Leone Yapılandırmacı Operatör Teorisi’nde (YOT) Piaget’in teorisine ilişkin aşağıdaki sorunlar üzerine odaklanmıştır. Bunlar:

- a- Bireylerin performansları üzerindeki bilgiyi işleme süreçlerinin açıklanamayan rolü
- b- Bireylerin performansları üzerindeki alan faktörünün açıklanamayan rolü
- c- Aynı mantıksal yapıya sahip problemlerin aynı bilişsel gelişim dönemindeki bireyler tarafından çözülememesi (yatay geçiş problemi)
- d- Gelişim dönemleri arasındaki yaş sınırları (Niaz, 1992).

Pascual-Leone, Piaget’in soyut işlemler döneminde bulunan bireylerin sahip olmasını beklediği zihinsel işlemlerin, öğrencilerin fen başarısını yordayan önemli bir değişken olmakla birlikte, bu değişkenin başarıyı açıklamada tek başına yeterli olmadığını

belirtmektedir. Pascual Leone, bireylerin bilgiyi işleme süreçleri ile ilgili olan mental kapasitenin de öğrenci başarısını açıklayan önemli bir değişken olduğunu belirtmektedir (Pascual-Leone & Goodman, 1979). Daha önce de belirtildiği gibi mental kapasitenin fen başarısı üzerindeki etkisini ortaya koyan çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Mental kapasite yapılan etkinliklerle ilgili zihindeki şemaların aktifleşmesini sağlayan sınırlı bir kaynağı ifade eden ve yaş ile birlikte arttığı belirtilen çalışma hafızasının bir bileşenidir (Pascual-Leone & Johnson, 2005, 2011). Bireylerin sahip oldukları mental kapasitelerine yapısal mental kapasite (My) denilmektedir. Ancak My, çeşitli motivasyonel ve bilişsel stiller gibi bilişsel faktörlerden etkilenebilmektedir (Pascual-Leone, 1970). Bu faktörlerin etkisi sonucunda bireylerin ölçülen mental kapasitesine fonksiyonel mental kapasite (Mf) denilmektedir. Bireylerin fonksiyonel mental kapasitesi en az sıfır, en çok ise bireylerin yapısal mental kapasiteleri kadar olabilmektedir (Niaz, 1992). Bireylerin fonksiyonel mental kapasitesi sadece M-operatörü tarafından eş zamanlı olarak aktif hale getirilebilen farklı şemaların sayısı tespit edilerek ölçülebilmektedir. YOT'da bireylerin yapısal mental kapasitesini etkileyen bilişsel değişkenlerden birisi, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller değişkeni olarak belirtilmiştir (Niaz, 1992; Pascual-Leone, 1970). Bu değişken YOT'da yer alan F operatörü olarak bilinen alan operatörü ile benzerlik göstermektedir. F operatörü, en basit ve etkili şekilde performansın gerçekleşmesine katkıda bulunmaktadır. Bunun içinde zihinsel dikkat alanını düzenlemektedir. Bilişsel stiller yapısı insan zihninin sınırlarını aşan bütüncül bir yapıya sahiptir. İnsanların yaptığı tüm faaliyetleri etkilemektedir (Witkin vd., 1977). Bu araştırmada Witkin'in bilişsel stiller yapısı hakkındaki görüşlerinden ve YOT'de yer alan açıklamalardan yola çıkarak alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller yapısı modeldeki diğer değişkenleri etkileyen dışsal bir değişken olarak ele alınmıştır. Nitekim yapılan araştırmalar bu yapının sadece fen başarısının değil, diğer bilişsel değişkenlerin de istatistiksel olarak anlamlı yordayıcısı olduğunu göstermektedir. Bu yordama etkisi bazı çalışmalarda Bilgiyi İşleme Modeli'nden yola çıkılarak açıklanmıştır. Bu araştırmalarda yer alan açıklamalara göre, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller yapısı modelin algı süzgecini temsil etmekte; mental kapasite yapısı, modeldeki çalışma hafızasının bir bileşeni olarak ele alınmakta; uzamsal yetenek ise uzun süreli hafızanın bir bileşeni olarak ele alınmaktadır (Hindal, Reid & Badgaish, 2009). Bu çalışmalara göre Bilgiyi İşleme Modeli'nde yer alan algı süzgeci alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller olduğu için, diğer yapıların performansını etkilediği belirtilmektedir.

Fen eğitiminde bireysel farklılıklar konusunda sıklıkla çalışılan bir diğer değişken de uzamsal yetenek değişkenidir. Bu alan ile ilgili alanyazın incelendiğinde bu yeteneğin hem fen başarısı hem de mantıksal düşünme yeteneğini etkileyen önemli bir değişken olduğu görülmüştür. Yapılan araştırmalarda bireylerin uzamsal yeteneklerinin çalışma hafızası kapasitesinin bir fonksiyonu olarak ele alındığı görülmektedir (Hegarty & Waller, 2006, p.141; Miyake vd., 2001). Bu görüşe göre de çalışma hafızası fazla olan bireyler uzamsal bilginin depolanması ve bilginin işlenmesi için daha fazla kaynağa sahip olmaktadır (Just & Carpenter, 1985). Bu durum ise bireylerin uzamsal yetenek performanslarını etkilemektedir (Miyake vd., 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. Bireylerin tüm alanlardaki faaliyetleri etkileyen bilişsel stiller yapısının uzamsal yetenek üzerindeki etkisi yapılan araştırmalar ile ortaya koyulmuştur. Bunlara ek olarak bireylerin zihinsel döndürme etkinliklerinde kullandıkları stratejiler analitik ya da bütüncül bir yapıya sahip olmaktadır. Bireylerin seçtikleri bu stratejilerin özellikleri dikkate alındığında ise bilişsel stillerinin, zihinsel döndürme etkinliklerinde kullandıkları stratejiyi etkilediği ve dolayısıyla zihinsel döndürme etkinliklerinden alınan puanları etkilediği söylenebilmektedir.

1.3.Çalışmanın Amacı

İlgili alanyazın incelemesi sonucunda öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stilleri, mental kapasiteleri ve zihinsel döndürme yeteneklerinin fen başarısı ile ilişkili olduğu görülmüştür. Dolayısıyla bu çalışmanın amacı yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlık düzeyleri ile mantıksal düşünme yetenekleri, alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimleri, mental kapasiteleri ve zihinsel döndürme yetenekleri arasındaki olası ilişkileri incelemektir. Bununla birlikte öngörülen modelin cinsiyet gruplarında farklılaşıp farklılaşmadığını incelemek diğer bir amaçtır.

Bu çalışmanın araştırma soruları ve alt problemleri aşağıda belirtilmiştir:

1. Önerilen teorik modele göre belirtilen yollar istatistiksel olarak anlamlı mıdır?

Bu araştırma sorusu bağlamında modele ilişkin oluşturulan alt problemler aşağıdaki gibidir:

- a. Yedinci sınıf öğrencilerinin mantıksal düşünme yeteneğinin, bilimsel okuryazarlık puanları üzerinde bir yordama etkisi var mıdır?
 - b. Yedinci sınıf öğrencilerinin alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin bilimsel okuryazarlık puanları üzerinde bir yordama etkisi var mıdır?
 - c. Yedinci sınıf öğrencilerinin mental kapasitelerinin bilimsel okuryazarlık puanları üzerinde bir yordama etkisi var mıdır?
 - d. Yedinci sınıf öğrencilerinin zihinsel döndürme yeteneklerinin bilimsel okuryazarlık puanları üzerinde bir yordama etkisi var mıdır?
 - e. Yedinci sınıf öğrencilerinin alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin mantıksal düşünme yeteneği üzerinde bir yordama etkisi var mıdır?
 - f. Yedinci sınıf öğrencilerinin mental kapasitelerinin mantıksal düşünme yeteneği üzerinde bir yordama etkisi var mıdır?
 - g. Yedinci sınıf öğrencilerinin zihinsel döndürme yeteneklerinin mantıksal düşünme yeteneği üzerinde bir yordama etkisi var mıdır?
 - h. Yedinci sınıf öğrencilerinin alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin mental kapasiteleri üzerinde bir yordama etkisi var mıdır?
 - i. Yedinci sınıf öğrencilerinin alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin zihinsel döndürme yetenekleri üzerinde bir yordama etkisi var mıdır?
 - j. Yedinci sınıf öğrencilerinin mental kapasitelerinin zihinsel döndürme yetenekleri üzerinde bir yordama etkisi var mıdır?
2. Önerilen teorik modelde belirtilen yollar farklı cinsiyetteki öğrencilere göre istatistiksel olarak anlamlı mıdır?

Bu araştırma sorusu bağlamında modele ilişkin oluşturulan alt problemler aşağıdaki gibidir:

- k. Önerilen teorik modelde belirtilen yollar kız öğrencilere göre istatistiksel olarak anlamlı mıdır?
- l. Önerilen teorik modelde belirtilen yollar erkek öğrencilere göre istatistiksel olarak anlamlı mıdır?

1.4.Hipotezler

Yukarıda belirtilen iki araştırma sorusu doğrultusunda, modele ilişkin oluşturulan alternatif hipotezler (H1) aşağıdaki gibidir:

H1: Yedinci sınıf öğrencilerinin mantıksal düşünme yeteneğinin bilimsel okuryazarlık puanları üzerindeki yordama etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır.

H2: Yedinci sınıf öğrencilerinin alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin bilimsel okuryazarlık puanları üzerindeki yordama etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır.

H3: Yedinci sınıf öğrencilerinin mental kapasitelerinin bilimsel okuryazarlık puanları üzerindeki yordama etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır.

H4: Yedinci sınıf öğrencilerinin zihinsel döndürme yeteneklerinin bilimsel okuryazarlık puanları üzerindeki yordama etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır.

H5: Yedinci sınıf öğrencilerinin alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin mantıksal düşünme yeteneği üzerindeki yordama etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır.

H6: Yedinci sınıf öğrencilerinin mental kapasitelerinin mantıksal düşünme yeteneği üzerindeki yordama etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır.

H7: Yedinci sınıf öğrencilerinin zihinsel döndürme yeteneklerinin mantıksal düşünme yeteneği üzerindeki yordama etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır.

H8: Yedinci sınıf öğrencilerinin alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin mental kapasiteleri üzerindeki yordama etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır.

H9: Yedinci sınıf öğrencilerinin alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin zihinsel döndürme yetenekleri üzerindeki yordama etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır.

H10: Yedinci sınıf öğrencilerinin mental kapasitelerinin zihinsel döndürme yetenekleri üzerindeki yordama etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır.

H11: Önerilen teorik modelde belirtilen yollar kız öğrencilere göre istatistiksel olarak anlamlıdır.

H12: Önerilen teorik modelde belirtilen yollar erkek öğrencilere göre istatistiksel olarak anlamlıdır.

1.5.Çalışmanın Önemi

Öğrencileri bilimsel okuryazar olarak yetiştirmenin öneminden pek çok reform dökümanında, pek çok ülkenin fen bilimleri öğretim programında bahsedilmektedir. Bu açıdan bakıldığında öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerini tespit eden testler de önem kazanmaktadır. Alanyazında öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerini ölçen çeşitli testler bulunmaktadır (Benjamin vd, 2015; Bybee, 2008; Kütükçü, 2016; Martin, Mullis, Foy & Stanco, 2012; Martin, Mullis, Foy & Hooper, 2016; OECD, 2006; 2016; Olson, Martin & Mullis, 2008; Wenning, 2006, 2007). Bu testlerden Uluslararası Eğitim Başarılarını Değerlendirme Kuruluşu (International Association for the Evaluation of Educational Achievement [IEA]) tarafından hazırlanan TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) sınavları ve bu sınavın kapsamı dikkate alınarak geliştirilmiş olan “Bilimsel Okuryazarlık Testi ve Tutum Ölçeği” dışında (Kütükçü, 2016), diğer ölçme araçları lise ve üniversite öğrencilerine yönelik olarak hazırlanmıştır. TIMSS sınavı, dördüncü ve sekizinci sınıf öğrencilerinin fen ve matematik alanlarında kazanmış oldukları bilgi ve becerileri uluslararası düzeyde değerlendirilmek için dört yılda bir yapılan tarama sınavıdır. Bu sınav bilimsel okuryazarlığı sadece bilgi boyutu ile ele almaktadır. Kütükçü tarafından geliştirilmiş, bilimsel okuryazarlığı bilgi-beceri-duyuş ve fen-teknoloji-toplum-çevre boyutları ile ele alan “Bilimsel Okuryazarlık Testi ve Tutum Ölçeği” ortaokul (11-14 yaş) öğrencilerine yöneliktir ancak bu test ortaokul öğrencilerinin sadece Canlılar ve Hayat öğrenme alanına ilişkin bilimsel okuryazarlık düzeyini ölçmektedir. PISA sınavında yer aldığı diğer sınavlar lise ve üniversite düzeyindeki öğrencilere yönelik olarak hazırlanmıştır. Bireylerin bilimsel okuryazarlık düzeylerini uluslararası düzeyde ölçen en kapsamlı şekilde ölçen PISA sınavları 15 yaşındaki öğrenciler için yapılmaktadır. Öğrencilerin ortaokul seviyesinde bilimsel okuryazarlık düzeylerinin tespit edilmesi önem taşımaktadır. Çünkü ortaokul, orta öğretime geçiş açısından köprü niteliğindedir. Ülkemizde liseye geçen öğrenciler fen bilimleri ya da sosyal bilimler alanlarını seçerek eğitimlerini devam ettirmektedirler. Öğrencilerin orta öğretime geçmeden bilimsel okuryazarlık düzeylerinin tespit edilmesi, gerek öğretmenlerin gerek müfredat geliştiricilerin ortaokul düzeyindeki öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerini bilmesi, öğrencilerin bilimsel okuryazar olarak yetiştirebilmek için gerçekleştirilecek faaliyetler açısından yol gösterici olacaktır.

Ülkemizde 2005 yılında yayınlanan Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı'nın vizyonu bireysel farklılıkları ne olursa olsun tüm öğrencileri bilimsel okuryazar olarak yetiştirmektir. Bu vizyon 2013 ve 2017 yılında yayınlanan öğretim programlarında da, tüm bireyleri bilimsel okuryazar olarak yetiştirmek şeklinde ifade edilmiştir (MEB, 2006, 2013, 2017). Bireysel farklılıkları ne olursa olsun tüm öğrencilerimizi bilimsel okuryazar olan bireyler olarak yetiştirmek istiyorsak, öncelikle çeşitli bireysel farklılıkların bilimsel okuryazarlık üzerine olan etkisini tespit etmemiz gerekmektedir. Bu ön hazırlık gerçekleştirildikten sonra öğretim programlarının vizyonunu gerçekleştirmek için yapılacak düzenlemeler daha sağlam temeller üzerine inşa edilmiş olacaktır. Fen eğitimi alanyazını incelendiğinde fen başarısı ile mantıksal düşünme yeteneği, alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimi, mental kapasite ve zihinsel döndürme yeteneği arasındaki ilişkiyi ayrı ayrı inceleyen çok sayıda çalışma bulunmasına rağmen bu çalışmaların hiç birinde fen başarısının işe vuruk tanımlaması bilimsel okuryazarlık olarak yapılmamıştır. Bu durumun dışında yukarıda ifade edilen değişkenler arasındaki ilişkileri bütüncül olarak inceleyen ve bu değişkenlerin başarı üzerindeki etkisini bütüncül bir bakış açısı ile irdeleyen bir çalışmaya da rastlanmamıştır. Öğrencilerin bilimsel okuryazarlığı, mantıksal düşünme yetenekleri, mental kapasiteleri, alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin ve zihinsel döndürme yetenekleri arasında var olan doğrudan ya da dolaylı ilişkileri belirlemenin, öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerini yordayan bilişsel süreçleri anlamamıza ışık tutacağı düşünülmektedir. Öğrencileri bilimsel okuryazar olarak yetiştirilmesi isteniyorsa bu yapıyı yordayan içsel süreçlerin bilinmesi gerekmektedir. Bu durumu bir hastalığın tedavi sürecinde izlenen yollara benzetebiliriz. Bir hastalığı etki eden içsel mekanizmalar bilinmeden uygulanan tedavinin veya kullanılan ilaçların hastalığın tedavisi açısından etkili bir girişim olmayacağı aşikârdır. Benzer şekilde öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerine etki eden içsel süreçler anlaşılmadan uygulanacak öğretim yöntemleri de etkili bir girişim olmayacaktır. Bu sebeple Fen Bilimleri Öğretim Programlarının vizyonu olan tüm bireyleri bilimsel okuryazar olarak yetiştirmek istiyorsak, bu içsel süreçleri anlamaya çalışmak önem teşkil etmektedir. Aynı zamanda bu değişkenler arasındaki etkileşimi yapısal eşitlik modellemesi gibi, ölçüm hatalarını da modele dahil ederek veri analizi yapan bir yöntem kullanarak incelemenin, öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerini açıklayan modelin güvenilirliğini arttırması açısından da önemli olduğu düşünülmektedir.

1.6.Varsayımlar

Bu araştırma nicel araştırma yönteminin varsayımları dikkate alınarak yapılandırılmıştır (Glesne & Paskin, 1992'den akt. Yıldırım & Şimşek, 2008). Bu bağlamda araştırmada kullanılan değişkenlerin, kullanılan ölçme araçları ile kesin sınırlarının tespit edilebileceği ve bunlar arasındaki ilişkilerin ölçülebileceği varsayılmıştır. Ek olarak nicel araştırma yönteminin gerçekliğin nesnel olduğu varsayımından yola çıkarak yedinci sınıf öğrencilerin araştırmada yer alan bilişsel değişkenler açısından bilimsel okuryazarlık düzeylerini açıklayan modelin insandan, kültürden ve zamandan bağımsız olduğu varsayılmaktadır.

Bu araştırmada, ölçekler uygulanmadan önce araştırmacın amacı, önemi, toplum açısından ve öğrenciler açısından faydaları hususunda öğrenciler bilgilendirilmiştir. Bu bilgilendirmeden sonra gönüllü olan öğrencilere ölçekler uygulanmıştır. Uygulama sürecinin detayları yöntem bölümünde anlatılmıştır. Uygulamaya ilişkin yöntem bölümünde belirtilen önlemler alındıktan sonra, tüm öğrencilerin soruları içtenlikle yanıtladıkları varsayılmaktadır.

Araştırmada test edilecek teorik model, ilgili alanyazın taraması çerçevesinde şekillendirilmiştir. Bu alanyazın taramasında bilişsel stiller değişkeninin bir stil mi yoksa yetenek mi olduğu hususunda tartışmaların mevcut olduğu görülmüştür. Bu araştırmada bu yapının öğrencilerin tüm alanlarındaki faaliyetlerini etkileyen bir stil yapısı olduğu varsayılmıştır (Witkin vd., 1977).

1.7.Sınırlılıklar

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Bu alanda araştırma yapacak diğer araştırmacıların bu sınırlılıkları göz önüne almaları tavsiye edilmektedir. Sınırlılıkların ilki çalışmada yer alan değişkenlerin ölçüm şekliyle alakalıdır. Bu çalışmada değişkenleri ölçmek için nicel araştırma yöntemlerinde sıklıkla kullanılan ölçeklerden yararlanılmıştır. Çalışmanın örnekleminin fazla olması ve çalışmanın sonuçlarını genelleyebilme isteği bu ölçüm şeklinin kullanılmasına gerektirmiştir. Araştırmanın ikinci sınırlılığı, bulguların genellenebilirliğine ilişkindir. Bu araştırma Ankara merkez ilçelerinde bulunan belirli sayıda yedinci sınıf öğrencisi yapılmıştır. Bu sebepten dolayı çalışmanın sonuçları sadece Ankara merkez ilçelerindeki yedinci sınıf öğrencilerine genellenebilir. Araştırmanın üçüncü sınırlılığı ölçeklerin uygulanma zamanına ilişkindir. Tüm ölçekler aynı gün içinde

uygulanmamıştır. Beş farklı ölçeğin aynı gün içerisinde uygulanması, araştırma sonuçlarını olumsuz etkileyebileceği için ölçekler tüm okullarda aynı sıra olacak şekilde beş günlük süre zarfında uygulanmıştır.

Bu araştırmanın başka bir sınırlılığı, bu çalışmada ele alınan bilimsel okuryazarlık kavramının sınırları ile ilgilidir. Bilimsel okuryazarlık kavramı çok boyutlu bir yapıya sahiptir. Bu boyutların içerisinde hem bilişsel hem de duyuşsal faktörler bulunmaktadır. Ülkemizde Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda (2013) bilimsel okuryazarlık, bilgi, beceri, duyuş, fen-teknoloji-toplum-çevre boyutları ile ele alınmıştır. Bu çalışmada Fives vd. (2014)'ın yapmış olduğu bilimsel okuryazarlığı tanımı kullanılmıştır. Fives vd. (2014) bilimsel okuryazarlığı, bilimin rolü, bilimsel düşünme ve hareket etme, bilim ve toplum, bilim medya okuryazarlığı, bilimde matematik, bilime yönelik motivasyon ve inançlar boyutları ile değerlendirmektedirler. Bu sınıflamada içerik bilgisi temel odak değildir. Araştırmacılar bilimsel okuryazar olan bireylerin belirli bir alana ait içerik bilgisini bilmelerinden ziyade bilimin süreçlerini bilmeleri gerektiğine odaklanmışlardır. Nitekim OECD tarafından PISA sınavlarında da içerik bilgisine olan vurgu gittikçe azalmaktadır. Bu çalışmada Fives vd. (2014) tarafından yapılan sınıflandırmanın Bölüm 3.3.1'de açıklanan nedenlerle duyuşsal boyutu ele alınmamış, bilimsel okuryazarlığını bilimin rolü, bilimsel düşünme ve hareket etme, bilim ve toplum, bilim medya okuryazarlığı, bilimde matematik boyutları çalışmaya dâhil edilmiştir.

Bu çalışmada, çok boyutlu bir yapıya sahip olan uzamsal yetenek yapısının, zihinsel döndürme yeteneği olarak ifade edilen alt boyutu ele alınmıştır. İlgili alan yazında zihinsel döndürme yeteneği ve fen başarısı arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalar bulunsun da zihinsel döndürme yeteneği ve diğer bilişsel değişkenler arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalar bulunamamıştır. Zihinsel döndürme yeteneği uzamsal yeteneğin en önemli bileşenlerinden birisi olduğu düşünülerek, uzamsal yetenek ve diğer bilişsel değişkenler arasında var olan ilişkinin zihinsel döndürme yeteneği ve bu değişkenler arasında da olduğu öngörülmektedir.

1.8.Tanımlar

Bilimsel okuryazarlık: Bu çalışmada fen başarısını öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeyi belirleyecektir. Öğrencilerin bilimsel okuryazarlıkları ise, bireylerin her hangi bir bilim alanının doğası ve süreçleri hakkında bilgi sahibi olmaları bu şekilde de bilimi

pragmatik ve anlamlı bir şekilde günlük yaşamda kullanılabilmeleri olarak tanımlamaktadır (Fives vd., 2014).

Mantıksal Düşünme Yeteneği: Soyut işlemler döneminde olan bir bireyin sahip olması gereken değişkenlerin teşhisi ve kontrolü, orantısal akıl yürütme, olasılıklı akıl yürütme, ilişkisel akıl yürütme ve birleşik akıl yürütme (kombinasyonel akıl yürütme) mantıksal düşünme işlemleri olarak tanımlanmaktadır (Lawson, 1982; Valanides, 1996).

Mental Kapasitesi: Yapılan etkinliklerle ilgili şemaların aktifleşmesini sağlayan sınırlı bir kaynağı ifade eden ve yaş ile birlikte arttığı belirtilen çalışma hafızasının bir bileşenidir (Pascual-Leone & Johnson, 2005, 2011).

Yapısal Mental Kapasite (My): Bir kişinin kullanabileceği toplam mental kapasitesine mental güç (M-power) veya yapısal mental kapasite (My) denir. Mental güç, $e + k$ olarak gösterilir. Bireyin 2 yaşına kadar sahip olduğu mental kapasitesi “e” ile temsil edilir. 2 yaşından sonra ise “e”, yürütme işlemini sürekli aktif hale getirmek için kullanılan zihinsel dikkat kaynağıdır. Problem çözme sırasında eşzamanlı olarak devreye sokulabilecek şemaların sayısı “k” ile gösterilir. Teoriye göre bu değer, maksimum büyümeye ulaşıldığında 7 olacaktır. 3 yaşındaki bireyin mental gücü “ $e + 1$ ”; 15 yaşında bir bireyin mental gücü “ $e + 7$ ” olacak şekilde her iki yılda 1 birim artacaktır.

Foksiyonel Mental Kapasite (Mf): Bireyin M-gücü, bireyin toplam zihinsel dikkat miktarını temsil etse de, tüm zihinsel dikkat, her bilişsel görev sırasında kullanılamaz. Durum faktörleri ya da doğuştan gelen eğilimler gibi çeşitli faktörler, M-gücünün kullanımını etkileyebilir. Pascual-Leone 1970 yılındaki makalesinde bu faktörleri bazı motivasyonel değişkenler ve bilişsel stiller gibi bireysel farklılıklar olabileceğini belirtmiştir (Pascual-Leone, 1970) Bilişsel görevlerin tamamlanması sırasında kullanılan gerçek M-gücü miktarı, fonksiyonel mental kapasite (Mf) olarak ifade edilir.

Mental Talep (M-talep): Verilen bir problemi çözmek için kullanılması gereken minimum şema sayısına karşılık gelir. Dolayısıyla M-talep, problemin karmaşıklığının bir ölçüsüdür. Teoriye göre bir kişi, M- talebi kişinin mental kapasitesinin üzerinde olan bir problemi çözemez (Pascual-Leone & Johnson, 2005).

Çalışma Hafızası: Bilişsel aktivite esnasında geçici olarak bilgiyi saklanabilmek ve manipule edilebilmekten sorumludur (Baddeley, 2003). Çalışma hafızası kapasitesi, bilişsel

aktivite esnasında geçici olarak saklanabilen ve manipule edilebilen bilgi birimidir (kelime, sayı, cümle vb.).

Bilişsel Stiller: Rayner ve Riding (2000, s.138) bilişsel stilleri, bir kişinin hem bilgiyi organize etmek hem de temsil etmek için tercih ettiği bir yaklaşım olduğunu belirtmektedir. Alan bağımsız bireyler bir bilgiyi ilgili içerikten kolaylıkla ayırt edebilirken; alan bağımlı bireyler bu işlemi gerçekleştirmede zorlanırlar. (Witkin & Goodenough, 1981).

Uzamsal Yetenek: Linn ve Petersen (1985) meta-analiz çalışmasında uzamsal yeteneğin sembolik veya sözsüz bilgiyi temsil etme, dönüştürme, oluşturma ve hatırlama becerisini ifade ettiğini (s. 1482) bildirmektedir.

Zihinsel Döndürme Yeteneği: Bir nesnenin, içinde bulunduğu düzlemde veya derinlikte döndürülürse nasıl görüneceğini hayal edebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Shepard & Metzler, 1971).

BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE ve İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde araştırmada yer alan değişkenler ile ilgili kavramsal çerçeveye ve bu değişkenler ile ilgili yapılan yerli ve yabancı araştırmalara yer verilmiştir

2.1.Bilimsel Okuryazarlık

Bilimsel okuryazarlık kavramının kesin bir tanımlaması yapmak 20. yy' da pek çok bilim insanı, eğitimci, filozof ve organizasyonun ortak hedefi olmuştur. Bununla birlikte herkes tarafından kabul edilen ortak bir tanımının yapılamaması fen eğitimi reformlarını yavaşlatmaktadır (Wenning, 2006). Bilimsel okuryazarlık uluslararası boyutta iyi bilinen eğitsel bir slogan, terim ve çağdaş eğitimin temel hedefidir (Laugksch, 2000). Öyle ki birçok ülkede öğrencilerin bilimsel okuryazar olarak yetişmesi bilim eğitimi reformlarının ortak vurgusudur (Liu, 2009). Nitekim ABD Ulusal Bilim Eğitimi Standartları (US National Science Education Standarts (National Research Council, 1996)), İngiltere Ulusal Müfredatı (The National Curriculum for England (Department of Education and Employment, 1999)), Kanada Bilim Öğrenme Çıktılarının Genel Çerçevesi (The Canadian Common Framework of Science Learning Outcomes (Council of Ministers of Education, 1997)), Türkiye Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı (MEB, 2006, 2013) bilim eğitimi reformlarında bilimsel okuryazarlığı vizyon edinmişlerdir.

Fen bilimleri dersleri 1950'li yıllar ve öncesinde mühendislik, fen bilimleri ve tıp alanında eğitime devam edecek öğrencilerin aldıkları temel dersler olmuştur. Bu sebeple o günkü koşullarda sahip olunan sınırlı bilimsel bilgileri kapsayan fen bilimleri müfredatı da buna göre oluşturulmuştur. Ancak ilerleyen zamanlarda bu dersin herkese okutulmasının gerekli olduğu görüşü ortaya çıkıp kabul görse de, bu değişime bağlı olarak müfredatın nasıl değiştirileceği konusu netlik kazanmamıştır. Bunun yanı sıra öğrencilerin derse karşı

önyargıları, dersin içeriğinin her öğrenciye hitap edecek şekilde düzenlenememesi, konuların günlük yaşamla bağlantısının tam olarak kurulamaması, öğretmenlerin tutumlarının her öğrenciyi kapsayacak şekilde olmaması, kitapların yapısı, içeriğin yoğunluğu bu derslerin herkese okutulması amacını sekteye uğratan temel sorunlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu noktada Amerika’da 1983 yılında yayınlanan “ Risk Altında Bir Ülke (A Nation at Risk)” başlıklı raporda eğitim sisteminin başarısızlığına dikkat çekilerek önlem alınması gerektiği vurgulanmıştır. Bu rapor Amerika’daki fen eğitimi reformu hareketlerinin başlamasında önemli bir dönüm noktası olarak kabul edilmektedir (Robert, 2007; Wenning, 2006). Bu rapor eğitim sisteminde sadece içerik bilgisine odaklanılmaktan ziyade, bilimsel okuryazarlığın daha geniş bir yelpazede düşünülmesini sağlamıştır. Daha sonraki yıllarda, “ Risk Altında Bir Ülke (A Nation at Risk)” ile başlayan reform hareketi, Amerikan Bilim İlerlemesi Birliği’nin (American Association for the Advancement of Science [AAAS]) hazırladığı “Proje 2061”, Ulusal Araştırma Konseyi’nin hazırladığı “Ulusal Bilim Eğitim Standartları” ve Ulusal Fen Öğretmenleri Derneği’nin (National Science Teachers Association [NSTA]) hazırladığı “Fen Bilgisi Öğretmeni Hazırlama Standartları” gibi çeşitli çalışmalarla devam etmiştir. Eğitim reform hareketi için önemli olan bu 3 kuruluş, mevcut fen eğitimi reform hareketinde tartışmasız en önemli olan amacın, öğrenciler ve nihai olarak genel halk için yüksek düzeyde bir bilimsel okuryazarlığın geliştirilmesi olduğunu belirtmektedirler (Wenning, 2006). Amerika’da olan bu gelişmelerin dışında İngiltere’de yayınlanan 2000’in Ötesi: Gelecek için Fen Eğitimi (Beyond 2000: Science Education for the Future) raporunda tüm bireylerin günlük hayatta karşılaşacağı problemler ile ilgili uygun kararlar verebilmesi için bilimsel okuryazar olmaları gerektiğini belirtmiştir. Bu raporda aynı zamanda bilimsel okuryazarlığın toplumda ki yetişen tüm bireyler için kariyer beklentileri veya yetenekleri ne olursa olsun gerekli olduğu ifadesi yer almaktadır (Millar & Osborne, 1998).

Bu raporların dışında 2012 yılında AAAS tarafından (2012) oluşturulan K-12 Fen Eğitimi İçin Bir Çerçeve: Uygulamalar, Ortak Kavramlar ve Temel Fikirler (A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas) başlıklı rapor Amerika’da fen eğitimi reform hareketi kapsamında hazırlanan en güncel yayındır. Bu rapor, K-12 fen eğitimi için temel fikirleri tanımlamaya ve tarif etmeye çalışan önceki çalışmaların güçlü temelleri üzerine inşa edilmiştir. Bu çalışmalar ise, Proje 2061 kapsamında AAAS tarafından geliştirilen, “Tüm Amerikalılar İçin Bilim” (Rutherford ve

Ahlgren, 1989), “Bilimsel Okuryazarlık için Mihenktaşları” (1993) ve NRC tarafından geliştirilen Ulusal Fen Eğitim Standartları’dır (NRC, 1996).

Bilimsel okuryazarlık kavramı, bilim hakkında toplumun neler bilmesi gerektiği (Durant, 1993), önemli bilimsel fikirlerin ve bilimin doğasının, amaçlarının, genel sınırlılıklarının anlaşılması üzerinde durmaktadır (Jenkins, 1994). Durant (1993) bu kavramın İngiltere’de “toplumun bilim anlayışı” terimi, Fransa’da “bilimsel kültür” (“la culture scientifique”) terimi, Amerika Birleşik Devletleri’nde “bilim(sel) okuryazarlık” terimi ile ifade edildiğini belirtmektedir (akt. Laugksch, 2000). Robert (2007)’ın aktardığına göre bilim okuryazarlığı ve bilimsel okuryazarlık kavramları arasındaki farklılık bazı araştırmacılara göre önemli değilken (Hurd, 1958; Shen, 1975; Carson, 1998); bazıları için önemlidir (Mayer, 2002; Marshall, Scheppler, & Palmisano, 2003). Robert (2007, s. 4), Proje 2061 kapsamında 1989 yılında yayınlanan “Bütün Amerikalılar için Bilim” raporunda “bilimsel okuryazarlık” teriminin kullanıldığını (AAAS,1989), aynı raporun 1990 yılı ve daha sonraki basımlarında ise “bilim okuryazarlığı” teriminin kullanıldığını belirtmiştir. Bu değişiklik ile ilgili komisyon üyeleri ile yapmış olduğu görüşmeler neticesinde, bilim okuryazarlığı kavramının bilimin okuryazarlığına vurgu yaptığını, bilimsel okuryazarlık kavramını ise okuryazarlığının özelliklerine vurgu yaptığını belirterek böyle bir değişiklik yaptıklarını belirtmişlerdir. Ülkemizdeki alanyazın incelendiğinde de bu kavramı ifade etmek için çeşitli terimlerin kullanıldığı görülmektedir. Bunlar, bilgi okuryazarlığı (Demiralay, 2008; Başaran, 2005), fen okuryazarlığı (Özdemir, 2010; Anagün, 2008; Bacanak, 2002, Soysal, 2011; Gülhan, 2012), bilim okuryazarlığı (Akgün, 2010; Baker, 2004; Kılıç, Haymana & Bozyılmaz, 2008; Şencan, 2013) bilimsel okuryazarlık (Aslanyavrusu, 2013; Özbay, 2011; Süren, 2008; Tekin, 2013; Bahadır, 2011; Tunç-Sahin & Say, 2010), fen ve teknoloji okuryazarlığı (Duban, 2010; Yetisir, 2007; Kavak, tufan & Demirelli, 2006) şeklindedir. Bu araştırmalarda kullanılan terimler aynı kavramı ifade etmektedir. Bu çalışmada bu kavramı ifade etmek için Robert (2007)’ın kaygıları dikkate alınarak bilimsel okuryazarlık terimi kullanılacaktır.

2.1.1.Bilimsel Okuryazarlık Kavramının Tarihsel Gelişimi

Bilimsel okuryazarlık kavramının tarihsel gelişimini incelediğimizde ilk kez James Bryant Conant tarafından bu kavramın kullanıldığı görülmektedir (Bybee, 1997a). Ancak bu çalışmada kavramın ne anlama geldiği, bilimsel okuryazar olan bir bireyin sahip olması

gereken yeterliliklerin neler olduğundan bahsedilmemiştir (akt: Wenning, 2006). Conant'ın çalışmasında sonra Paul DeHart Hurd (1958) bilimsel bilgi ve onun sosyal çevre ile olan ilişkisine değindiği “Amerikan Okulları için Bilimsel Okuryazarlığın Anlamı” (Science Literacy: Its Meaning for American Schools) başlıklı makalesinde bilimsel okuryazarlığı daha detaylı olarak tanımlamıştır. Öyle ki bazı araştırmacılar bu kavramı ilk olarak kullanan kişinin Paul DeHart Hurd olduğunu belirtmektedir (Laugksch, 2000). Hurd makalesinde insan refahı ve sosyal ilerlemenin birçok yönünün bilimsel ve teknolojik ilerlemelerden etkilendiğini ve buna ek olarak bilimsel bilginin toplumsal kalkınmanın sağlanması için yeni bakış açıları sunduğunu belirtmiştir. Bu makalede aynı zamanda Amerika'da sosyal sorumluluk bilincine sahip ve başarılı bir nesil yetiştirmek için bilimsel okuryazarlığının önemi üzerinde durulmuştur (Hurd, 1958).

Hurd, Rusya'nın Ocak 1957 'de Sputnik uzay aracını fırlatmasından hemen sonra bilimsel okuryazarlık ile ilgili yukarıdaki açıklamaları yapmıştır. Bu durum halkın bilimsel okuryazarlık üzerine olan ilgisini daha da artmasına sebep olmuştur. Hurd'un bilimsel okuryazarlık tarihi için başlangıç niteliğindeki açıklamaları 1960'lı yıllardaki fen eğitimi reform hareketleri için bilimsel okuryazarlık kavramını bir slogan haline getirmiştir. Bu yıllarda yapılan reform hareketlerinin odak noktası gelecekte bilim adamı, mühendis olacak az sayıda kişiyi bilimsel okuryazar olarak yetiştirmeyi amaçlamaktadır, dolayısıyla tüm bireylerin bilimsel okuryazar olarak yetişmesini sağlama hedefi uzak bir amaç olarak görülmüştür (Wenning, 2006).

Amerika da 1950'lerin sonlarına doğru bilimsel okuryazarlık kavramına artan ilginin, Sovyet Rusya'nın Sputnik uzay aracını fırlatmasından kaynaklandığı ifade edilebilir. Waterman (1960) yazdığı ABD Ulusal Bilim Vakfı'nın (U.S. National Science Foundation) 10 yıllık çalışmalarından oluşan derlemesinde, bilimsel süreçlerin büyük ölçüde toplumsal anlayışa ve süregelen fen eğitimi ve araştırma programlarının desteğine bağlı olduğu belirtilmektedir. Bu süreçte aynı zamanda Amerikalı bireyler arasında çocuklarının, toplumda artan bilimsel ve teknolojik gelişmenin üstesinden gelebilecek nitelikte eğitim alıp almadıkları hususunda endişeler oluşmaya başlamıştır (Hurd, 1958). Bununla birlikte bireylerin bilimsel okuryazarlık seviyesinin arttırılması yukarıda bahsedilen problemlerin çözülmesi için etkili bir strateji olduğu düşünülmüştür (Hurd, 1958'den akt. Laugksch, 2000; Waterman, 1960'den akt. Laugksch, 2000). Bu yıllarda bilim ve fen eğitimi arasındaki ilişkiye verilen önemden dolayı pek çok yazar bilimsel okuryazarlığın çeşitli yönlerini tanımlamaya

başlamıştır. Robert (1983) yapmış olduğu derleme çalışmasında, bilimsel okuryazarlık kavramı açısından 1957-1963 yıllarını “onaylanma dönemi” olarak ifade etmektedir (akt. Laugksch, 2000). Bu dönemde pek çok kişi bilimsel okuryazarlığının savunusu olmasına rağmen bu kavramın ne anlama geldiği ve bileşenlerinin ne olması gerektiğine ilişkin açık bir tanımlama yapılmamıştır. Bu dönemde yapılan çalışmalara örnek verecek olursak, Fred Fitzpatrick Fen Eğitimi için Politikalar başlıklı çalışmasında, devam eden bilim eğitimi reform hareketlerinin sadece bilim adamı ve mühendis yetiştirme konusuna odaklanmaması gerektiği, bu reform hareketinin tüm vatandaşları içine alması gerektiğini belirtmektedir (Fitzpatrick, 1960). Polykarp Kusch (1960) reform hareketlerinin bütün vatandaşların bilimsel okuryazar olmasını sağlayacak şekilde düzenlemesini ve aynı zamanda bilimsel okuryazarlık kavramının içinde bilimin doğasına ve özüne ilişkin görüşlere de vurgu yapılması gerektiğini belirtmektedir. Ona göre bilimsel okuryazarlık bilimsel gerçeklerin koleksiyonundan çok daha fazlasını içermektedir. Philip G. Johnson (1962) benzer şekilde fen eğitiminin bazı amaçlarının çok baskın olduğu ve bu sebepten dolayı bir vatandaş olarak ihtiyaç duyulacak yeterliliklerin farkına varılamadığını belirtmiştir. Ona göre bu durum bilimsel okuryazarlığın amaçlarından uzaklaşmaya sebep olmaktadır. O bilimsel okuryazarlığın bilimin kendi doğasından gelen zihinsel alışkanlıkları (habit of mind), tutum ve değerleri içermesi gerektiğini savunmaktadır (akt. Wenning, 2006).

Bu dönemi takiben “yorumlama dönemi” başlamıştır (Roberts, 1983) ve bu dönemde kavram ile ilgili pek çok ve farklı tanımlamalar yapılmıştır. Alma Wittlin (1963), bilimsel okuryazarlığının gereksinimlerini özetlediği çalışmasında bilimsel okuryazarlığın gelişim psikolojisi, fen öğretimi ve müfredat geliştirme çalışmaları ile bağlantılı olması gerektiğini belirtmiştir. O aynı zamanda bu kavramın, teknoloji ve teknolojinin altında yatan bilim ile olan ilişkisini içermesi gerektiğini ifade etmiştir (akt. Wenning, 2006). 1964 yılında Ulusal Fen Öğretmenleri Derneği’de (The National Science Teachers Association (NSTA, 1964), bilimsel okuryazarlığı tanımlama çalışmalarına başlamış ve Theory into Action isimli raporunda resmi olarak fen eğitiminin amacının bilimsel okuryazar olan bireyler yetiştirmek olduğu belirtilmeye başlanmıştır. Aynı zamanda fen eğitiminin amacı olarak, bilişsel becerileri kazandırmada sürecinde kullanılacağı düşünülen bilgilerin öğretiminden ziyade bu bilişsel becerilerin tanımlanmasına odaklanılması gerektiği de belirtilmektedir (s. 8).

1960’ların ortalarından itibaren bilimsel okuryazarlığın doğası hakkındaki tartışmalar olgunlaşmaya başlamıştır. Milton Pella, George O’Hearn & Calvin Gale (1966) bilimsel

okuryazarlık ile ilgili 100 makaleyi içerik analizi yaptığı çalışmasında kavramı tanımlayıcı unsurları belirlemiştir. Pella (1967) bu çalışmanın sonuçlarını bilimsel okuryazarlığı tanımlamak için kullanmış ve bilimsel okuryazar olan bir bireyin; bilim ve toplum arasındaki ilişkiyi anlayan, bilimsel süreçleri ve yöntemleri anlayan, bilimle ilgili temel kavramları ve kavramsal şemaları anlayan, bilim ve beşeri bilimler arasındaki ilişkiyi anlayan ve bilimi beşeri bilimlerin bir parçası olarak gören bireyler olduğunu belirtmiştir (aktaran Wenning, 2006).

NSTA 1971 yılında fen eğitiminin amaçları ile ilgili önemli bir bildiri daha yayınlamıştır ve fen eğitiminin en temel amacının bilimsel okuryazar olan yüksek seviyede mantıksal düşünen ve hareket eden bireyler yetiştirmek olduğunu yeniden vurgulamıştır (1971). Bu bildiri de bilimsel okuryazar olan bireyin bilimsel bilgiyi, beceriyi kullanan ve bunları günlük hayattaki kararlarında da kullanabilen, bilim ve teknoloji arasındaki ilişkiyi ve onların tarihsel, kişiler arası ve ekonomik boyutlar da dâhil olmak üzere toplumla olan ilişkilerini anlayan kişiler olduğunu belirtmiştir. Bu şekilde ilk kez bilim tarihi ve sosyal konulara bilimsel okuryazarlık tanımında önemli bir yer verilmiştir (aktaran Rhoton, 2010).

DeHart Hurd Fen, Teknoloji ve Toplum: Disiplinler arası Fen Öğretimi için Yeni Amaçlar (Science, Technology, and Society: News Goals for Interdisciplinary Science Teaching) isimli çalışmasında bilimsel okuryazarlığı yeniden tanımladığı 1975 yılı, Fen-Teknoloji-Toplum vurgusunun başlangıcı olarak kabul edilmektedir (Wenning, 2006). Hurd bilimsel okuryazarlığın anlamlı öğretiminin temelinde, bilimlerin entegrasyonunun yattığını belirtilmektedir. Öyle ki nüfus, sağlık, beslenme su kirliliği ve pek çok diğer problemin disiplinlerin birbiri ile ilişkilendirilmesi ve öğretilmesi ile çözülebileceğini belirtmiştir (Hurd, 1975, s. 30).

Robert'ın (1983) ifade ettiği yorumlama döneminde bir kavram olarak bilimsel okuryazarlığını netleştirmek için pek çok girişim olmuş ama sadece okullarda fen eğitiminin amaçlarını kapsayacak şemsiye bir kavram olarak kullanılmıştır. 1970'lerin sonu, 1980'lerin başı bilimsel okuryazarlık ile ilgili pek çok yeni tanım ve yorumlamanın yapıldığı bir dönemdir (aktaran Laugksch, 2000). Bu yıllar aynı zamanda Amerika'nın iki önemli problem ile karşı karşıya kaldığı yıllardır. Bunlardan ilki, Japonya ve Singapur, Tayvan ve Güney Kore gibi pasifik ülkelerin ekonomik açıdan güçlenmeleri ve buna bağlı olarak Amerika'nın uluslararası rekabet gücünün azalmasıdır (Bloch, 1986; Lewis, 1982). İkinci problem Amerika'da fen ve mühendislik alanında yapılan araştırmaların azalması ve

Amerika'nın fen başarısının uluslararası platforma azalmasıdır. Bunların dışında bu dönemde halk arasında, Amerika'da fen eğitiminde ciddi bir krizin olduğuna ilişkin bir inanç hâkimdir (Yager, 1984). Bu iki sebepten dolayı 1980'lerin başında Amerika'da bilimsel okuryazarlığa olan ilgi giderek artmıştır. Öyle ki bu yıllardan sonra yetişkinlerin bilimsel okuryazarlıklarının geliştirilmesine yönelik çalışmalar da yapılmıştır. Bilimsel ve teknolojik bir toplumda bilimin toplumsal ve kültürel önemi, bilimsel okuryazarlık kavramı yoluyla giderek daha fazla dikkat çekmeye başlamıştır (Laugksch, 2000). Nitekim Nisan 1983'de Ulusal Eğitimi İyileştirme Komisyonu (the National Commission on Excellence in Education [NCEE]), yayınladığı raporda bilimsel okuryazarlık öğretiminin ulusal anlamda büyük bir önemi olduğunu ifade etmiştir. Rapor "Risk Altındaki Ülke: Eğitim Reformunun Zorunluluğu (A Nation at Risk: The Imperative for Educational Reform) başlığı adı altında yayınlanmıştır (NCEE, 1983). Rapor Amerika'daki fen öğretmenlerinin öğrencileri, 1980'ler ve sonrasındaki hızla değişen teknolojik toplumun ihtiyaçlarına uygun bir şekilde yetiştiremedikleri konusuna dikkat çekmiştir. Bu rapor Amerikan eğitim sisteminin eksikliklerine dikkat çekmekle birlikte bilimsel okuryazar olan bir bireyin sahip olması gereken özellikleri de belirtmiştir. Bunlar:

- (a) Fiziksel ve biyolojik bilimlerdeki süreçleri, kanunları ve kavramları bilmek;
- (b) Bilimsel sorgulama ve akıl yürütme yöntemlerini bilmek;
- (c) Günlük yaşamda bilimsel bilginin uygulamalarını kullanmak;
- (d) Bilimsel ve teknolojik gelişmenin sosyal ve çevresel etkilerini bilmek şeklindedir.

Raporda yer alan açıklamalar ülkede geniş bir yankı uyandırmış ve ulusal anlamda fen öğretimi standartlarının oluşturulmasını zemin hazırlamıştır. Bu şekilde de bilimsel okuryazarlığın kavramsallaştırılması ve operasyonel anlamda somutlaşmasını sağlamıştır.

Aynı yıl Ulusal Bilim Kurulu (The National Science Board [NSB]) tarafından "21. yy için Amerikalıların Eğitimi" başlıklı bir eğitim raporu yayımlanmıştır (NSB, 1983). Bu raporda komisyonun belirttiği iki amaçtan birinin bilimsel insan gücü ve bilimsel okuryazarlık olduğu belirtilmektedir. Bu hedefler arasındaki ilişkiler K-12 öğretim programının genel hatlarını oluşturmaktadır. Raporda bilimsel okuryazarlığın aşağıdaki 4 bileşeni içermesi gerektiği vurgulanmıştır:

1. Bilme yolları: Neyi biliyorum? Bunun kanıtı nedir?
2. Uygulamalar: Ne yordayabilirim? Seçenekler nelerdir? Nasıl harekete geçeceğimi biliyor muyum?

3. Sonuçlar: Neler olacağını biliyor muyum?

4. Değerler: Sonuçlar ile ilgileniyor muyum? Sonuçlar ile kim ilgileniyor? (s. 45).

Bu dönemde bilimsel okuryazarlığa ilişkin gelişmeleri aksatabilecek nitelikte gelişmelerde yaşanmıştır. Bunlardan birisi Morris Shamos (1984)'un yapmış olduğu açıklamalardır. Bu açıklamalarda bilimsel okuryazarlığının genel amaçlarının başarısız olduğunu gerçek anlamda başarının sağlanabilmesi için teknolojik okuryazarlığın sağlanmasının daha uygun olacağını belirtilmektedir. Bilimsel okuryazarlık reform hareketi için yapılan bu eleştiri fen eğitimcileri ve filozofları kavramın genel yapısı hakkında yeniden düşünmelerine sebep olmuştur (aktaran Wenning, 2006). Nitekim 1987'de, Ulusal Araştırma Konseyi "K-12 sınıflarında Fen ve Matematik Eğitiminin Niteliğinin Göstergeleri" başlıklı bir rapor hazırlamıştır (Murname ve Raizen, 1988). Raporda bilimsel okuryazarlığı, bilimsel dünya görüşünün doğası, bilimsel girişimlerin (etik ve değerler) doğası, zihnin bilimsel alışkanlıkları (eleştirel düşünme ve bilimsel yöntemlerin kullanımı), insan ilişkilerinde bilimin rolünü kapsayan çeşitli boyutlara sahiptir.(s.16).

1980'lerin sonunda Project 2061 ve bu projenin en önemli parçası olan Bütün Amerikalılar için Bilim (Science for All Americans) çalışmalarının başlangıcı olmuştur. (Rutherford ve Ahlgren, 1989). "Tüm Amerikalılar İçin Bilim" raporuna göre, bilimsel okuryazar olan birey, bilim, matematik ve teknolojinin güçlü ve zayıf yönleri ile birbirine bağımlı insan girişimleri olduğunun farkında olan; temel kavram ve fen prensiplerini kavrayan; doğal dünyayı bilen ve hem çeşitliliğini hem de birliğini tanıyan; bilimsel bilgiyi bireysel ve toplumsal amaçlar için bilimsel düşünme biçimlerinde kullanan kişi olarak tanımlanmaktadır (s. 4). Roger Bybee, eksiklikleri de olsa bu tanımlı bilim eğitimi tarihinde bilimsel okuryazarlık için yapılan en kapsamlı ve yenilikçi tanım olarak nitelendirilmektedir (s. 64). Bybee (1997a) göre Proje 2061'in eksik yönleri, tanımda bilgi, tasarım yeteneği ve sorgulama konusuna yeterince vurgu yapılmaması olarak ifade etmektedir (aktaran Wenning, 2006)

Ulusal Araştırma Konseyi (The National Research Council), 1995 yılında Ulusal Fen Eğitimi Standartlarını yayınladı (NRC, 1996). Bu yayın, yaklaşık 40.000 bilim insanı, eğitimci, işletme yöneticisi, okul yöneticisi ve bilim filozofunun işbirliği yaptığı yaklaşık 5 yıllık bir çalışma sonucunda tamamlamıştır (Wenning, 2006). Raporda bilimsel okuryazarlık, bireylerin vatandaşlık ve kültürel olaylara dâhil olması, ekonomik üretkenliği için gerekli olan bilimsel kavram ve süreçleri anlaması ve bilmesi olarak tanımlanmıştır.

Ulusal Araştırma Konseyi (The National Research Council) 2012 yılında K-12 Fen Eğitimi İçin Bir Çerçeve: Uygulamalar, Ortak Kavramlar ve Temel Fikirler (A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas) başlıklı raporu, Amerika'daki fen eğitimi reform hareketleri için en güncel belgedir. Bu çerçeve, öğrencilerin bilim ve mühendislik uygulamalarına aktif olarak katıldıkları ve bu alanlardaki temel fikirleri anlamalarını derinleştirmek için ortak kavramları kullanıldığı, fen ve mühendislik eğitimi için bir vizyon oluşturmak için tasarlanmıştır. Çerçeveye göre öğrenciler için sağlanan öğrenme deneyimleri, onlara dünyayla ilgili temel sorular ve bilim insanlarının bu soruları araştırıp nasıl buldukları ile ilgilenmelidir.

Komitenin vizyonu, K-12 fen eğitimi için iki ana hedefi göz önüne almaktadır: Tüm öğrencileri bilim ve mühendislik konularında eğitmek ve ikincisi gelecekte bilim insanı, mühendis, teknolog ve teknisyen olacak bireyler için gerekli temel bilgiyi sağlamaktır (NRC,2012).

Bilimsel okuryazarlığın en güncel tanımlamalardan birisi Fives vd.'nin (2014) yaptığı tanımdır. Araştırmacılar bilimsel okuryazarlığı, her hangi bir bilim alanının doğası ve süreçleri hakkında bilgi sahibi olmayı, bunun sonucunda bilimi pragmatik ve anlamlı bir şekilde günlük yaşamda kullanılabilmek olarak tanımlamaktadırlar. Araştırmacılara göre bilimsel okuryazar olan bir kişi, bilimin günlük yaşamdaki sorunları çözmek için nasıl kullanılabileceğini belirleyebilmelidir

Bilimsel okuryazarlık ilk olarak ülkemizde 2005 yılında hazırlanan Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programında vizyon olarak açıklanmıştır. Öğretim programında bilimsel okuryazarlık, genel bir tanım olarak “Bireylerin araştırma-sorgulama, eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme becerileri geliştirmeleri, yaşam boyu öğrenen bireyler olmaları, çevreleri ve dünya hakkındaki merak duygusunu sürdürmeleri için gerekli olan fenle ilgili bilgi, beceri, tutum, değer ve anlayışların bir bileşimi.” şeklinde ifade edilmiştir (MEB,2006). Programda bilim okuryazarlığı bileşenleri kazanımlarıyla birlikte sunulmaktadır. Ülkemizde 2013 yılında yeniden düzenlenen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında bilimsel okuryazarlık kavramının bileşenleri biraz değişikliğe uğramıştır. Fakat bileşenlere ait kazanımlar liste halinde verilmeyip bilgi kazanımı içine dağıtılmıştır. Programa göre bilimsel okuryazar bireyler,

...Fen bilimlerine ilişkin temel bilgilere (Biyoloji, Fizik, Kimya, Yer, Gök ve Çevre Bilimleri, Sağlık ve Doğal Afetler) ve doğal çevrenin keşfedilmesine

yönelik bilimsel süreç becerilerine sahiptir. Bu bireyler, kendilerini toplumsal sorunlarla ilgili problemlerin çözümü konusunda sorumlu hisseder, yaratıcı ve analitik düşünme becerileri yardımıyla bireysel veya işbirliğine dayalı alternatif çözüm önerileri üretebilirler. Bunlara ek olarak fen okuryazarı bir birey, bilgiyi araştırır, sorgular ve zamanla değişebileceğini kendi akıl gücü, yaratıcı düşünme ve yaptığı araştırmalar sonucunda fark eder. Bilginin zihinsel süreçlerde işlenmesinde, bireyin içinde bulunduğu kültüre ait değerlerin, toplumsal yapının ve inançların etkili olduğunun farkındadır. Fen okuryazarı bireyler, sosyal ve teknolojik değişim ve dönüşümlerin fen ve doğal çevreyle olan ilişkisini kavrar. Ayrıca, fen bilimleri alanında kariyer bilincine sahip olan bu bireyler, bu alanda görev almak istemeseler bile fen bilimleri ile ilişkili mesleklerin, toplumsal sorunların çözümünde önemli bir rolü olduğunun farkındadır (MEB,2013)

Bilimsel okuryazarlık kavramının tarih içinde zamanla değişen vurgusu, Robert (2007) tarafından farklı bir açıdan resmedilmiştir. Yukarıda bahsedildiği gibi 1950’lerden sonra Amerika’da fen eğitimi ile ilgili reform hareketleri başlatılmıştır. Bu reform hareketleri kapsamında öğrencilere öğretilecek bilginin belirlenmesi konusunda zaman içinde çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda ilk önce bilgi ve beceri odaklı bir fen derslerine yoğunlaşırken daha sonra günlük yaşamda karşılaşılan bağlamlar odaklı fen derslerine yoğunlaşmıştır. Bu durum Vizyon I ve Vizyon II olmak üzere iki temel yaklaşım ile açıklanmıştır. İlk ortaya çıkan yaklaşım olan Vizyon I bilimin ürünlerini ve süreçlerini ifade etmektedir. Bu yaklaşım en uç noktada bilimin kendi içerisindeki okuryazarlığı ya da bilimi anlamayı ifade etmekte ve öğrencilere hem kavramsal bilginin hem süreç bilgisinin verilmesi gerektiğini savunmaktadır. Bu sebeple 1960-80 yılları arasında bilimsel süreç becerileri ile ilgili çok sayıda çalışmaya rastlamak mümkündür. Böylece Amerika’da 1960’lı yıllarda “bir süreç olarak bilim” (science as a process) kavramı ortaya çıkmıştır. Bu yıllardaki öğretim programları da bu felsefe üzerine kurulmuştur. 1980’lere geldiğimizde bağlam odaklı fen anlayışı gelişmeye başlamıştır. Bu anlayış Vizyon I’i de içine almakla beraber, öğrencilerin günlük hayatta karşılaştığı sorunları bilimsel yaklaşım kullanarak çözebilmelerini sağlayabilecek programların geliştirilmesini öngörmektedir. Burada temel amaçlardan birisi de öğrencilerin “neden fen öğreniyorum” sorusuna cevap bulabilmektir. Bu yaklaşım Vizyon II olarak ifade edilmektedir.

Bu iki vizyon görünüşte birbirinden tamamen farklı çıkış noktalarına sahip olsalar da aslında birbirlerinin tamamlayıcısı gibidir. Vizyon I tarihsel olarak bilimsel okuryazarlığı açıklamak için başlangıç noktası niteliğinde olup, kavramsal bilginin yanında süreç bilgisinin

öğretimine vurgu yapmaktadır. Bu yaklaşım daha sonra bilim ile ilgili durumlarda bilimin sahip olduğu rolün anlaşılmasına yani Vizyon II'ye doğru genişlemiştir.

Bilimsel okuryazarlık kavramına ilişkin bazı temel kabuller olsa da, bilim ve teknolojinin hızlı gelişmesi ve değişimi kavrama net bir tanım yapmayı güçleştirmektedir. Bilimsel okuryazarlık ile ilgili ayrıntılı, kapsamlı ve operasyonel bir tanım üzerinde anlaşmaya varılamamasına rağmen, bilimsel okuryazarlığın içerdiği unsurlar ve temel bileşenleri hakkında genel bir konsensusa ulaşıldığı açıktır. Bu bileşenler bilim doğası, bilimsel araştırma, bilgi ve bilimsel uygulamalardır (Wedding, 2006).

2.1.2.Bilimsel Okuryazarlığı Kavramı ve Bileşenleri Üzerine Yapılan Araştırmalar

Pella, O'Hearn ve Gale (1966) tarafından yapılan çalışma, bilimsel okuryazarlığı tanımlamak için yapılan deneysel ilk çalışmalardan biridir. Bu çalışmada 1946-1964 yılları arasında yayınlanan bilimsel okuryazarlık ile ilgili 100 makale ele alınmıştır. Araştırmacılara göre bilimsel okuryazar olan birey;

- I. Bilim ve toplum arasındaki karşılıklı ilişkiyi,
- II. Bilim adamlarının çalışmalarını yönlendiren etik kuralları,
- III. Bilimin doğasını,
- IV. Bilim ile ilgili temel kavramları,
- V. Bilim ve beşeri bilimler arasındaki karşılıklı ilişkiyi,
- VI. Bilim ve teknoloji arasındaki farkları anlayabilmektedir (akt. Laugksch, 2000; Robert, 2007).

Pella ve ark.'ın yapmış olduğu çalışma Showalter (1974) tarafından genişletilmiştir. Showalter, alan ile ilgili 15 yıllık alanyazını tarayarak bilimsel okuryazar olan bireyin sahip olması gereken özellikleri belirtmiştir. Showalter (1974)'a göre bilimsel okuryazar olan birey:

- I. Bilimsel bilginin doğasını anlayabilir,
- II. Evreni anlayabilmek için uygun olan bilimsel kavramları, teorileri ve yasaları kullanabilir,

- III. Evreni anlayabilmek için, problemleri çözmek için ve karar verebilmek için bilimsel süreçleri kullanabilir,
- IV. Bilimin temelini oluşturan değerlerle tutarlı olan evrenin çeşitli yönleri ile etkileşim kurabilir,
- V. Bilim ve teknolojinin ortak girişimlerini ve bunların birbiriyle ve toplumla olan ilişkisini anlar ve değerlendirebilir,
- VI. Aldığı fen eğitimi sonucunda daha tatminkâr, heyecanlı bir evren görüşü geliştir ve bunu tüm hayatı boyunca devam ettirebilir,
- VII. Bilim ve teknoloji ile ilgili çeşitli becerileri kazanabilir (aktaran Laugksch, 2000).

1975 yılında Ulusal Fen Öğretimi Araştırmaları Derneği'nin (the National Association of Research in Science Teaching [NARST]) sempozyumunda O'Hearn (1976) bilimsel okuryazarlığı 4 temel noktada özetlemektedir:

a-Temel bilimsel bilgi,

b-Bilimin doğası,

c-Bilimsel süreçler,

d-Bilimin sosyal ve kültürel uygulamalarıdır.

Yukarıdaki araştırmalardan sonra, Miller (1983), bilimsel okuryazarlığı üç boyutta incelemektedir.

a-Bilimin metot ve kanunlarının anlaşılması (bilimin doğası),

b-Anahtar bilimsel kavramların anlaşılması (bilimin içeriği),

c-Bilim ve teknolojinin, toplum ile olan ilişkisinin anlaşılması (bilim-teknoloji-toplum ilişkisi) şeklindedir.

Ulusal Araştırma Konseyi, 1995 yılında Ulusal Fen Eğitimi Standartlarını yayınladı (NRC, 1996). Bilimsel okuryazarlık unsurları rapora göre altı kategoriye ayrılmıştır:

-Araştırmacı olarak bilim

-Bilim içeriği

-Bilim ve teknoloji

-Kişisel ve sosyal perspektifte bilim

-Bilim tarihçesi ve doğası

-Birleşim kavramları ve süreçleri

Ulusal Araştırma Konseyi'nin 2005 yılında hazırladığı raporda bilimsel okuryazarlığı 3 bileşen altında ele almıştır:

a-İçerik bilgisi

b-Bilimi bir süreç olarak anlayabilme

c-Bilimsel bir sorgulamayı üretebilme ve anlayabilmedir.(NRC, 2005, s. 38-39)

Ülkemizde ise Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı bünyesinde 2005 yılında hazırlanan Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim programında, fen ve teknoloji okuryazarlığı için 7 boyutta ele alınmıştır.

1. Fen bilimleri ve teknolojinin doğası
2. Anahtar fen kavramları
3. Bilimsel süreç becerileri (BSB)
4. Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre (FTTC) ilişkiler
5. Bilimsel ve teknik psikomotor beceriler
6. Bilimin özünü oluşturan değerler
7. Fen'e ilişkin tutum ve değerler (TD) (MEB,2006)

Bu program 2013 yılında yeniden hazırlanmış ve adı Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı olarak değiştirilmiştir. Yeni programda fen okuryazarlığı bilgi, beceri, duyuş, Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre olmak üzere 4 boyutta ele alınmıştır. Bu boyutların içeriği Tablo 1'deki gibidir. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı 2017 yılında, bilimsel okuryazarlığın beceri boyutuna Mühendislik ve Tasarım Becerileri eklenmesi suretiyle yeniden düzenlenmiştir.

Tablo 1

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (2013) Bilimsel Okuryazarlık Bileşenleri

Bilgi	Beceri	Duyuş	Fen-Teknoloji- Toplum-Çevre
-Canlılar ve Hayat	a.Bilimsel	a.Tutum	a.Sosyo-Bilimsel
-Madde ve Değişim	Süreç Becerileri	b.Motivasyon	Konular
-Fiziksel Olaylar	b.Yaşam Becerileri	c.Değerler	b. Bilimin Doğası
-Dünya ve Evren	- Analitik düşünme	ç.Sorumluluk	c.Bilim ve Teknoloji ilişkisi
	- Karar verme		ç.Bilimin Toplumsal
	- Yaratıcı düşünme		Katkısı
	- Girişimcilik		d.Sürdürülebilir
	- İletişim		Kalkınma Bilinci
	- Takım çalışması		e.Fen ve Kariyer Bilinci

Bu tanımlamaların yanı sıra bilimsel okuryazarlığı uluslararası düzeyde kapsamlı bir şekilde ölçmeyi amaçlayan kuruluşların yaptıkları sınavlardaki tanımlar da mevcuttur. Bu sınavlardan ilki Uluslararası Eğitim Başarılarını Değerlendirme Kuruluşu (IEA) tarafından yapılan TIMSS sınavıdır. Bu sınav dördüncü ve sekizinci sınıf öğrencilerinin fen ve matematik alanlarında kazanmış oldukları bilgi ve becerileri uluslararası düzeyde değerlendirilmek için dört yılda bir yapılan bir tarama araştırmasıdır. Bu sınav Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması olarak bilinse de sorular incelendiği takdirde öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerini belirlemeye yönelik soruları içerdiği de görülmektedir. Bu sınav bilimsel okuryazarlık kavramının içerik ve süreç bilgisi boyutuna odaklanmaktadır. Bu sınav öğrenme alanı ve bilişsel alan olmak üzere iki boyutlu bir yapıdadır. Öğrenme alanı dördüncü sınıflar için Canlı Bilimler, Fiziksel Bilimler ve Yer Bilimleri; sekizinci sınıflar için Fizik, Kimya, Biyoloji ve Yer Bilimleri'dir. Bilişsel alan boyutu ise bilgi, uygulama ve akıl yürütme olarak sınıflandırılmıştır (Yıldırım, Özgürlük, Parlak, Gönen & Polat, 2016).

Bilimsel okuryazarlığa ilişkin bir diğer tanımlama, 15 yaşındaki öğrencilerin, bilim, matematik ve okuma okuryazarlık düzeylerini uluslararası boyutta ölçen OECD'nin (Avrupa Ekonomik İşbirliği Topluluğu) yapmış olduğu tanımlamadır. OECD, açılımı "Uluslararası

Öğrenci Değerlendirme Programı” olan PISA (Programme for International Student Assessment) projesini 2000 yılında uygulamaya başlamıştır. Bu sınav, bilimsel okuryazarlığı en kapsamlı haliyle ölçmektedir. Üçer yıllık dönemler hâlinde uygulanan projeye ülkemiz, ilk kez 2003 yılında katılmıştır (OECD, 2017).

PISA 2000 ve 2003’de bilimsel okuryazarlığı aşağıdaki gibi tanımlanmıştır (OECD, 2000, 2004):

“Bireylerin doğal dünyayı anlaması, onunla ilgili kararlar vermesi ve insan faaliyetleri sonucunda dünyada olan değişiklikleri anlaması için, bilimsel bilgiyi kullanma, soruları tanımlama ve kanıtlardan yola çıkarak sonuca ulaşma kapasitesidir.”

Bu tanımlamalarda kullanılan bilimsel bilgi ifadesi, 2006 yılında bilim hakkında bilgi ve bilim bilgisi olmak üzere iki ayrı boyutta ele alınmıştır. Aynı yıl tanımlamaya fen ve teknoloji arasındaki ilişkilerin bilgisi eklenerek zenginleştirilmiştir (OECD, 2006). Bunların dışında bilimsel okuryazarlığının duyuşsal boyutu da bilimsel okuryazarlığı değerlendirmesi içinde yer almıştır. Arada bazı farklılıklar olsa da her iki tanımlama da, doğal dünyanın anlaşılması ve onunla ilgili kararlar verilebilmesi için bilimsel bilginin uygulamalarını içermektedir. PISA 2006 çerçevesinde bilimsel okuryazar olan bireyler,

- Soruları tanımlamak, yeni bir bilgi edinmek, bilimsel olguları açıklamak, bilimle ilgili konular hakkında kanıtlardan yola çıkarak sonuca ulaşmak için bilimsel bilgiyi kullanan,
- Bilimin karakteristik özelliklerini anlayan,
- Bilim ve teknolojinin fiziksel, zihinsel ve kültürel dünyamızı nasıl şekillendirdiğinin farkında olan,
- Bir vatandaş olarak bilim ile ilgili konulara katılma konusunda istekli olan kişilerdir (OECD, 2006).

PISA 2015 tanımlaması 2006 yılında yapılan tanımlama üzerine yapılandırılmıştır. Farklı olarak, bilim hakkında bilgi boyutunu iki alt bileşen olarak incelemiştir. Burada bilim hakkında bilgi boyutu, yordam-yöntem bilgisi ve epistemik bilgi olarak 2’ye ayrılmıştır. Yordam-yöntem bilim adamlarının bilimsel bilgiyi yapılandırırken kullandıkları yöntemlerin bilgisini ifade ederken; epistemik bilgi bilimsel soruların, gözlemlerin, teorilerin, hipotezlerin, model ve argümanların anlaşılması, araştırılması ve sorgulanmasının farklı yollarının fark edilebilmesini ifade etmektedir. PISA 2015 tanımlamasında 2006 yılında kullanılan bilim bilgisi ifadesi, içerik bilgisi olarak kullanılmıştır. Bu kavram ise doğadaki kavramlar, olgular, prensipler ve teorilerin bilgisini ifade etmektedir (OECD,

2016). PISA 2015'in bilimsel okuryazarlığı değerlendirme çerçevesi aşağıdaki Tablo 2'de özetlenmektedir.

Tablo 2

PISA 2015 Bilimsel Okuryazarlık Değerlendirme Çerçevesi Boyutları

Boyut	Tanım
Bağlam	-Kişisel, yöresel, ulusal, evrensel konular, bilim ve teknoloji anlayışı gerektiren güncel ve tarihi konular
Bilgi	-İçerik bilgisi -Yordam-yöntem bilgisi -Epistemik bilgi
Yeterlilik	-Bilimsel olarak olguları açıklama yeteneği -Bilimsel bir araştırmayı tasarlama ve değerlendirme yeteneği -Verileri ve kanıtları bilimsel olarak yorumlama yeteneği
Tutum	-Bilime yönelik ilgi -Araştırma ve sorgulama için bilimsel görüşlere verilen değer -Çevre sorunlarına yönelik farkındalık

Bu tanımlamalardan farklı olarak Fives vd. 2014 yılında yapmış oldukları çalışmada bilimsel okuryazarlığı alanyazını sistematik bir şekilde incelemişlerdir. Araştırmacılar bilimsel okuryazarlığın nasıl tanımlandığına, bileşenlerin neler olduğuna ve bu yapının geçmişte nasıl ölçüldüğüne odaklanan bir inceleme yapmışlardır. Bu amaçla bilimsel okuryazarlık kavramı için Laugksch (2000), DeBoer (2000), Dillon (2009), Holbrook ve Rannikmae (2009) ve Roberts (2007) tarafından yapılan derleme çalışmalarını aynı zamanda fen eğitimi kuruluşları tarafından hazırlanan reform dokümanlarını incelemişlerdir (örneğin, AAAS, 1993; National Science Teachers Association [NSTA], 1991; NRC, 1996, 2012; OECD, 2006). Araştırmacıların bilimsel okuryazarlık konusundaki bakış açıları, mevcut alanyazın ile şekillense de bilimsel okuryazar olan bireylerin belirli bir alana ait içerik bilgisini bilmelerinden ziyade bilimin süreçlerini bilmeleri gerektiğine odaklanmışlardır. Bu hususta bazı araştırmacılar içerik bilgisi bakımından zengin bilginin bilimsel okuryazarlık için gerekli olduğunu belirtirken (Shamos, 1995) bazıları bilimsel okuryazarlığı, bilimin sosyo-kültürel boyutuna aktif katılım olarak (Cross & Price, 1992) tanımlamaktadır. Araştırmacılar öğrencilerin fen ile ilgili içerik bilgilerinin ölçülmesinin önemli bir yeri olduğunu belirtmektedirler ancak bilimin bir yaklaşım olarak anlaşılıp anlaşılmamasının

değerlendirilmesi ile daha çok ilgilenmektedirler (NRC, 2012, s. 263). Amerika’da Ulusal Araştırma Konseyi (NRC, 2012) K-12 fen eğitimi ve standartlarının ne olacağına ilişkin 3 boyutlu bir çerçeve sunmuştur. Bu çerçeve Tablo 3’de görülmektedir.

Tablo 3

NRC K-12 Fen Eğitimi Standartları

I.Boyut	II.Boyut	III.Boyut
Bilim ve Mühendislik Uygulamaları	Disiplinler Arası Ortak Kavramlar	İçerik Bilgisi
-Bilim ile ilgili sorular sorma, problemleri tanımlamak,	-Araştırma desenini tanımak,	-Fiziksel bilimler
-Modeller kullanmak ve geliştirmek,	-Neden-sonuç ilişkileri: Mekanizma ve açıklama,	-Yaşam bilimleri
-Planlama ve araştırma yapmak,	-Ölçüm, oran,	-Yer ve uzay bilimleri
-Matematiği kullanmak, işlemsel düşünmek,	-Sistem ve sistem modelleri	-Mühendislik, teknoloji ve bilimin uygulamaları
-Verileri analiz etmek ve yorumlamak,	-Enerji ve madde,	
-Açıklamalar yapmak, çözümler dizayn etmek,	-Yapı ve fonksiyon,	
-Kanıtlardan yola çıkarak tartışma yürütmek,	-Durağanlık, değişim.	
-Bilgiyi değerlendirmek, bilgiyi paylaşmak.		

Bu çerçevede yer alan boyutlardan birisi sekiz bilim pratiği (bilim ile ilgili sorular sorma, problemleri tanımlama, modeller kullanmak ve geliştirmek, planlama ve araştırma yapmak, verileri analiz etme ve yorumlama, matematiği kullanma, açıklamalar yapma, çözümler dizayn etme, kanıtlardan yola çıkarak tartışma yürütebilme, bilgiyi değerlendirme), diğeri yedi disiplinler arası ortak kavramı (araştırma desenini tanıma, neden-sonuç ilişkilerini tanımlama, ölçüm, oran, sistem ve sistem modelleri, enerji ve madde, yapı ve fonksiyon, durağanlık değişim) belirtmektedir. Üçüncü boyut ise fiziksel bilimler, yaşam bilimleri, yer

ve uzay bilimleri, mühendislik, teknoloji ve bilimin uygulamaları alanlarına ilişkin içerik bilgisidir. Bu boyutlardan ilk iki boyut, Fives vd.,’nin (2014) yaptıkları tanımlamadaki bilimsel okuryazarlığına olan bakış açılarını yansıtmaktadır. Bu sebeple araştırmacıların bilimsel okuryazarlığa ilişkin bakış açıları içerik bilgisinden ziyade yöntem-yordam bilgisi ve epistemik bilgiye odaklanmıştır. Araştırmacıların ilgili alanyazın ve benimsedikleri bakış açıları çerçevesinde yaptıkları sınıflama Tablo 4’de görülmektedir.

Tablo 4

Fives vd. Tarafından Oluşturulan Bilimsel Okuryazarlık Boyutları

Boyut	Tanım
Bilimin rolü	Bu bileşen bireylerin bilimin doğa olaylarını anlamaya yardımcı olmadaki rolünü anlamasını gerektirir. Bu bileşen kapsamında bireyler; -Bilimsel araştırmalar vasıtasıyla cevaplanabilecek soruları tanımlar, -Bilimsel çalışmaların doğasını açıklar, -Genel fen kavramlarını anlar.
Bilimsel düşünme ve hareket etme	Bu bileşen bireylerin bilimsel bir sorgulama tasarlama sırasında bilimsel olarak düşünebilme yeteneğini ifade eder. Bu bileşen kapsamında bireyler; -Doğa olgularını tanımlar, -Olgular arası ilişkilerin farkına varır, -Değişkenleri tanımlar, araştırmanın deseni hakkında eleştirel sorular sorar, -Kanıtlardan yola çıkarak sonuçları değerlendirir, araştırır.
Bilim ve toplum	Bu bileşen bireylerin bilim ve toplum arasında nasıl bir etkileşimin olduğunu anlamalarını gerektirir. Bu bileşen kapsamında bireyler; -Bilimsel sonuçları günlük yaşama uygular,

	-Politik kararların altında yatan bilimsel konuları tanımlar, karar vermede bilimin rolünü anlar.
Bilim medya okuryazarlığı	Bu bileşen bireylerin medyada yer alan bilimsel araştırma bulgularını eleştirebilme yeteneğini ifade eder. Bu bileşen kapsamında bireyler; -Bilimsel raporların geçerliliğini değerlendirmek için sorular oluşturur, -Bilimsel raporların kaynağını sorgular.
Bilimde matematik	Bu bileşen bireylerin bilimsel aktiviteler sırasında matematiği kullanma yeteneklerini ifade eder. Bu bileşen kapsamında bireyler; -Bilimde matematiği kullanır, bilimde matematiğin uygulamasını anlar
Bilime yönelik motivasyon ve inançlar	Bu bileşen bireylerin bilimsel faaliyetlere katılma konusundaki motivasyonlarını ve bilimsel bilginin kaynağı ve kesinliği hakkındaki görüşlerini belirlemektedir. Bu bileşen kapsamında bireylerin; -Konu değeri, bilimsel okuryazarlığına yönelik öz yeterlilik ve bilime yönelik epistemolojik inançları tespit edilir.

Fives vd.'in (2014) yaptığı sınıflandırmayı PISA 2015 bilimsel okuryazarlığı değerlendirme çerçevesi boyutlarını (OECD,2016) dikkate alarak incelediğimizde, bu iki sınıflandırma arasında iki farklılık görülmektedir. Bunlardan ilki PISA 2015'de bilgi boyutu, içerik bilgisi, süreç bilgisi ve epistemik bilgi boyutları ile değerlendirilirken, Fives vd.'in yaptığı sınıflandırmada sadece süreç ve epistemik bilgiye odaklanılmıştır. İkinci farklılık PISA 2015 duyuşsal boyut olarak öğrencilerin bilime yönelik ilgi ve tutumlarını değerlendirirken, Fives vd.'in yaptığı sınıflandırmada bilime yönelik motivasyon ve bilimin kaynağı ve kesinliğine ilişkin epistemolojik inançları değerlendirilmiştir.

Bu araştırmada Fives vd.,’nin (2014) yapmış olduğu bilimsel okuryazarlığı sınıflaması esas alınmakla birlikte “Bilime yönelik motivasyon ve inançlar” boyutu bu araştırma kapsamına dahil edilmemiştir.

2.1.3.Bilimsel Okuryazarlık Türleri ve Seviyeleri ile İlgili Yapılan Araştırmalar

Bilimsel okuryazarlık kavramının içerik olarak sınırlandırılmasının yanı sıra, bazı bilim insanları bilimsel okuryazarlık türleri ve seviyeleri hakkında da bir sınıflama yapmıştır. Örneğin Shen (1975) bireylerin bilimsel okuryazarlıktan beklentilerine bağlı olarak 3 farklı bilimsel okuryazarlık çeşidinden bahsetmektedir. Bunlar:

1. Pratikte kullanılabilecek bilimsel okuryazarlık: Bireylerin sağlık, hayatta kalma konularına ilişkin problemlerini çözmek için kullandığı bilimsel bilgiye sahip olmalarıdır. (s. 46-47).
2. Yurttaşlık ile ilgili konularda kullanılabilecek bilimsel okuryazarlık: Bir vatandaş olarak bireylerin bilim ve bilim ile ilgili konularda daha fazla ilgili olması ve bu şekilde bireylerin giderek teknolojikleşen toplumlarda demokratik süreçlere tamamıyla katılması için sağduyulu olmasıdır (s. 48).
3. Kültürel nitelikteki bilimsel okuryazarlık: Bireylerin bir insan olarak bilim hakkında bir şeyler öğrenmek konusunda istekli olmalarıdır (s. 49).

Shen’in yaptığı sınıflama farklı bilimsel okuryazarlık türlerini gösterse de bu türler arasında aşamalı bir geçiş yoktur. Shamos (1995) Visyon I’in açık bir rneği olan ve kendi aralarında aşamalı bir geçiş olan üç farklı düzeyde bilimsel okuryazarlık olduğunu belirtmiştir. Bunlar:

1. Kültürel bilimsel okuryazarlık: Okuryazarlığın en temel formudur. İletişimde gerekli olan temel bilgilere sahip olunmasıdır. Bu bireyler gazete ve dergileri okumak için gerekli olan bilimsel bilgiyi anlamadan, ezbere hatırlamaktadırlar.
2. İşlevsel bilimsel okuryazarlık: Bu seviyede olan birey çok teknik olmasa da, anlamlı ve tutarlı bir şekilde bilimsel terimleri kullanarak konuşabilir, yazabilir.
3. Gerçek bilimsel okuryazarlık: Bu düzeyde olan birey bütün bilimsel durumlar hakkında bilgiye sahiptir. Örneğin bilimin temelindeki kavramsal şemaları, bilimin evreni açıklamaktaki rolünü ve bilimde deneylerin rolünü bilmektedirler. Aynı zamanda bilimsel araştırmanın unsurlarını, sorgulamanın, tümdengelimsel ve

tümevarımsal akıl yürütmenin, mantıksal düşünme süreçlerinin ve yansız kanıtlara güvenmenin önemini bilmektedir.

Shamos'un yaptığı sınıflamaya benzer şekilde Bybee (1997a, 1997b)'de bireylerin bilimsel okuryazarlık düzeylerine ilişkin aşamalı bir çerçeve çizmiştir. Bu sınıflandırma aynı zamanda PISA için ilk temel çerçeve olma özelliği de taşımaktadır (Kampa & Köller, 2016). Ona göre bilim ve teknoloji okuryazarlığı, bireylerin bilim ve teknolojiye ilişkin anlayışlarının gittikçe arttığı bir spektrumdur. Ona göre bilimsel okuryazarlık seviyeleri aşağıdaki gibidir:

- Söзде bilimsel okuryazarlık: Bu seviyedeki bireyler duyduğu ya da okuduğu kavramları bilim ve teknolojinin herhangi bir alanıyla ilişkilendirebilir. Bu bireylerde alternatif kavramlara sıkça rastlanmaktadır.
- İşlevsel bilimsel okuryazarlık: Bu seviyedeki bireyler basit bilimsel kavramlarla yazılmış pasajları okuyabilir ya da bu özellikte bir pasaj yazabilir.
- Kavramsal ve süreçsel bilimsel okuryazarlık: Bu seviyedeki bireyler bir disiplin olarak bilim ve teknoloji bir bütün olarak anlayabilmekte ve disiplinlerin yapısını ve yeni bilgi ve teknikleri geliştirmek için gerekli süreçleri kavrayabilmektedirler.
- Çok boyutlu bilimsel okuryazarlık: Bu seviyede olan bireyler bilim ve teknolojinin temel kavramsal yapısını anlamakla birlikte bilimin tarihi, doğası gibi daha karmaşık yapıları da bilmektedirler. Ayrıca bu bireyler fen, teknoloji ve toplum arasındaki karşılıklı ilişkiyi de anlayabilmektedirler.

Shamos, akademik hayatına fen ile devam edecek ve etmeyecek öğrencilere verilecek fen eğitimi arasında kesin bir ayrım yapmıştır. Ona göre ne gerçek anlamda bilimsel okuryazarlık ne de bilime ilişkin farkındalık, tüm öğrenciler için uygun olan geniş bir müfredat hedefi olarak tanımlanamaz. Ona göre akademik hayatına fen ile devam edecek olan ya da olmayan tüm öğrenciler için Vizyon I önemlidir ve her fen müfredatı öğrencilere fenin ne olduğunu ve onun pratiklerini öğretmelidir. Akademik hayatına fen ile devam edecek öğrenciler ise eğitim hayatlarının ilk aşamalarında çok miktarda bilim ile ilgili bağlama maruz kalmalıdır. Bu ise onun Vizyon II'te verdiği önemi yansıtmaktadır.

Bybee bilimsel okuryazarlık için akademik hayatına fen ile devam edecek ve etmeyecek öğrenciler arasında herhangi bir ayrım yapmamıştır. O bütün öğrenciler için mümkün olabilecek bir çerçeve çizmiştir aynı zamanda da herkesin tam anlamıyla bilim ve teknoloji okuryazarı olamayacağını, bireylerin yetenekleri, ilgileri ve motivasyonlarının bağlı olarak

bilim teknoloji okuryazarlık seviyesinin değişebileceğini belirtmektedir. Bu açıdan Bybee'nin çerçevesi müfredat geliştiriciler tarafından daha ideal bulunmaktadır (Robert, 2007).

2.1.4.Bilimsel Okuryazarlığın Önemi

Bilimsel okuryazarlığın tanımı ve bileşenlerine ilişkin alanyazında bir uzlaşma olmamasına rağmen, bilimsel okuryazarlığın önemine ilişkin yaygın bir kabul vardır. (Bybee, 1997a; Millar ve Osborne, 1998). Laugksch (2000) bilimsel okuryazarlığa ilişkin hazırlamış olduğu derleme çalışmasında, alanyazında bilimsel okuryazarlığın önemine ilişkin belirtilen görüşleri iki boyut altında incelemiştir. Bu boyutlar makro düzeydeki avantajlar ve mikro düzeydeki avantajlardır. Bilimsel okuryazarlığın önemine ilişkin makro düzeydeki avantajlar ülke, bilim ya da toplum ile ilgili olan yararları; mikro düzeydeki avantajlar bireyin hayatlarının iyileştirilmesi ile ilgili olan yararları ifade etmektedir.

Laugksch'un (2000) derleme çalışmasında, makro düzeydeki avantajlarda kendi içinde 3'e ayrılmıştır. Bilimsel okuryazarlığı savunmanın makro düzeydeki ilk yaygın nedeni, bilimsel okuryazarlıkla bir ülkenin ekonomik refahı arasındaki bağlantıyla ilgilidir. Çünkü ulusların zenginliği, uluslararası pazarlarda başarılı bir şekilde rekabet edebilmeleri ile bağlantılıdır. Yüksek teknoloji içeren bu ürünlerin bulunduğu pazarlarda rekabet edebilmek için de ulusal araştırma ve geliştirme programlarının etkili bir şekilde çalışması gerekmektedir. Böyle bir araştırma ve geliştirme programları ise bilim insanları, mühendisler ve teknik olarak eğitilmiş personelin istikrarlı bir şekilde tedarik edilmesi ile desteklenebilecektir. Bu kaynağın arttırılması ise vatandaşları, uygun seviyede bilimsel okuryazarlığa sahip olan ülkeler için mümkün olabilecektir. İkinci neden olarak vatandaşların yüksek düzeyde bilimsel okuryazar olmasının, bilimin gelişmesi için en büyük destek olması olarak değerlendirilmesidir. Eğer vatandaşlar, bilim adamlarının araştırmalar sonucunda ulaşmaya çalıştıkları sonuçları değerlendiremezse bilimin kamu fonlarından maddi olarak desteklenmesinin olasılığı düşük olacaktır. Vatandaşlar bilim adamlarının yaptıkları faaliyetler hakkında temel düzeyde de olsa bilgi sahibi olmazlar ise bilimi desteklemeyeceklerdir (Shortland, 1988'den akt Laugksch, 2000). Makro düzeydeki son açıklama ise vatandaşların bilimden beklentileri ile ilgilidir. Eğer vatandaşlar yeteri düzeyde bilimsel okuryazar olurlarsa bilimsel faaliyetler sonucunda gerçekleşmeyecek durumlar hakkında beklentileri olmayacaktır. Vatandaşların gerçekçi olmayan beklentileri, bilime

karşı güven kaybına, bilimi küçümsemelerine neden olacaktır. Bu durumun sonunda da bilime olan desteklerini azaltacaklar ya da tamamen çekeceklerdir.

Bilimsel okuryazarlığın bireylere doğrudan sağladığı avantajlar yani mikro düzeydeki avantajların ilki, bilimsel okuryazar olan bireylerin günlük hayatta fen ve teknoloji ile ilgili konuları tartışmakta kendilerini daha yetkin hissetmeleridir. Yeteri düzeyde bilimsel okuryazar olan bireyler sigara, diyet ve aşılama gibi kişisel tercihler hakkında daha bilinçli kararlar vereceklerdir. Bilimsel okuryazar bireyler, işlerinde teknik gelişmelerden tam olarak faydalanma ve yeni kariyer fırsatlarını kullanma eğilimindedirler. Aynı zamanda bilimin doğası hakkında bilgi sahibi olan bireyler gerçek olmayan bilimsel bilgileri eleştirebilecek sağlıklı diyetler ve alternatif tıp uygulamaları hakkında sorgulayıcı olabilecektir (Royal Society, 1985'den aktaran Laugksch, 2000).

Bilimsel okuryazarlığın sağladığı mikro düzeydeki ikinci avantaj ise bireylere sağladığı entelektüel, estetik ve manevi anlamda sağladığı faydalar ile ilgilidir. 20 yüzyılda eğitilmiş bir insan olmak için önemli unsurlardan biri de bilim hakkında bilgiye sahip olmaktır. Bilim aynı zamanda bireylerin entelektüel gelişimini sağlayan saygıdeğer bir girişimdir. Bireylerin üst düzeyde bilimsel okuryazar olması onları daha akıllı ya da daha iyi yapmaktan öte bilimin normların ve değerlerine ilişkin daha derin bir kavrayışa sahip olmalarını sağlayacaktır. Bilimin normları ve değerlerine ilişkin derin anlayışa sahip olmak çok önemlidir. Çünkü geniş kültürlerle aktararak insan uygarlığındaki ilerlemelere işaret eden bilimin normları ve değerleri gündelik yaşamın normları ve değerlerinin çok üzerindedir (Shortland, 1988'den aktaran Laugksch, 2000).

Bilimsel okuryazarlığın gerek bireylerin gerekse ülkelerin geleceği için önemli bir faktör olduğu düşünüldüğünde pek çok ülkenin öğrencilerinin bilimsel okuryazarı olarak yetişmesini öğretim programlarının vizyonu olarak ele almaları şaşırtıcı değildir. Avrupa Birliği ülkeleri bir yandan sistemdeki öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarını arttırmaya yönelik çalışmalar yaparken bir yandan da yetişkinlerin bilimsel okuryazarlık düzeylerini belirlemeye çalışmaktadır. Bu amaçla Miller (2006) tarafından yapılan araştırmada Avrupa ülkelerinde ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki yetişkinlerin bilimsel okuryazarlık oranlarını karşılaştırmıştır. Bu araştırmaya ülkemizde içinde olduğu 33 ülke katılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre ülkemizdeki yetişkinlerin %2'si yeterli düzeyde bilimsel okuryazar olmakla birlikte diğer ülkeler ile kıyaslandığında son sırada yer almaktadır. Bu sıralama da İsveç, ABD ve Hollanda'daki yetişkinler ilk sıralarda yer almaktadır. Benzer

tablo uluslararası düzeyde yapılan iki farklı sınav sonucunda da görülmektedir. Bu sınavlardan ilki 15 yaşındaki öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerini belirleyen PISA sınavlarıdır. PISA 2015 sonuçlarına göre ülkemiz bu sınava katılan 72 ülke arasında 54. sırada bulunmakta ve OECD ortalaması ve tüm ülkelerin ortalamasından daha düşük bir ortalama puan elde etmiştir (Taş, Arıcı, Ozarkan, Özgürlük, 2016). İkincisi ise 4. ve 8. Sınıf düzeyindeki öğrencilerin fen ve matematik başarısını ölçen TIMSS (Trends in Mathematics and Science Study) sınavlarıdır. TIMSS 2015 sonuçlarına göre ülkemiz 4. Sınıf düzeyinde bu sınava katılan 47 ülke arasında 35. olmuş ve tüm ülkelerin ortalamasında daha düşük bir ortalama puan elde etmiştir. Sekizinci sınıf düzeyinde de bu sınava katılan 39 ülke arasında 21. olmuş ve tüm ülkelerin ortalamasında daha düşük bir ortalama puan elde etmiştir (Yıldırım, Özgürlük, Parlak, Gönen, Polat, 2016).

Yukarıda belirtilen çalışmalardan görüldüğü üzere ülkemizin bilimsel okuryazarlık konusunda gelişmiş ülkelerin seviyelerine yetişebilmesi için oldukça fazla çaba sarfetmesi gerekmektedir. O nedenle ülkemizdeki öğrencilerin bilimsel okuryazarlığını geliştirebilmek için öğretim programlarının yenilenmesi çalışmaları yapılmaktadır. Nitekim ülkemizde gerek 2005 gerekse 2013 yılında hazırlanan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programının vizyonu tüm öğrencileri bilimsel okuryazarı olarak yetiştirebilmektir. Tüm öğrencileri bilimsel okuryazar olarak yetiştirebilmek ifadesi 2005 yılında hazırlanan öğretim programında bireysel farklılığı ne olursa olsun tüm öğrencileri bilimsel okuryazarı olarak yetiştirmek şeklinde ifade edilmiştir. Eğer bireysel farklılıklara rağmen tüm öğrencileri bilimsel okuryazarı olarak yetiştirmek istiyorsak bireysel farklılıkların bilimsel okuryazarlık üzerine olan etkisinin bilinmesi gerekmektedir. Bu ön betimleme sayesinde bilimsel okuryazarlığını geliştirmek için düzenlenecek eğitsel faaliyetlerin daha sağlam bir temel üzerine inşa edilmesine katkı sağlanacaktır.

Bireyler arasında bilinen en temel bireysel farklılık cinsiyettir. Öğrencilerin PISA sınavlarında belirlenen bilimsel okuryazarlık düzeyleri arasındaki cinsiyet grupları arasındaki farklılık ülkeden ülkeye değişmektedir. PISA 2015 uygulaması bilimsel okuryazarlık performansı cinsiyet değişkenine göre analiz edildiğinde katılımcı tüm ülkelerdeki kız öğrencilerin puan ortalaması erkek öğrencilere göre daha yüksektir. Fakat bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir. Aynı sonuçlar ülkemizdeki örneklem içinde geçerlidir, kız ve erkek öğrencilerin ortalama puanları arasındaki kızlar lehine oluşan fark

istatistiksel olarak da anlamlı değildir (Taş vd., 2016). Ülkemiz açısından benzer sonuçlar 2009 ve 2012 yıllarında yapılan PISA bilimsel okuryazarlık ölçümlerinde de görülmüştür.

2.2.Bilişsel Boyuttaki Bireysel Farklılıklar

Bu bölümde çalışmada ele alınan bilişsel boyuttaki bireysel farklılıklara ilişkin kavramsal çerçeveye ve bu değişkenler ile ilgili yapılan çalışmalara yer verilecektir.

2.2.1.Piaget'in Bilişsel Gelişim Kuramı

Yeni doğan bir bebeğin üstesinden gelmesi gereken en önemli problemlerden birisi yaşadığı dünyayı anlaması ve öğrenmesidir. “Bireyin çevresini anlama ve öğrenmesini sağlayan aktif zihinsel faaliyetlerdeki gelişimine bilişsel gelişim adı verilmektedir. Bilişsel gelişim bebeklikten yetişkinliğe kadar bireyin çevreyi, dünyayı anlama yollarının daha karmaşık ve etkili hale gelmesi sürecidir”. (Senemoğlu, 2003, s.39).

Piaget, biyoloji ve psikoloji bilimleri ile bir ilişki kurarak ve temel aldığı kuramsal çerçeveyi deneysel araştırma bulgularıyla zenginleştirerek bilişsel gelişim kuramını geliştirmiştir (Topses 2006, s. 87). Piaget'in çalışma alanı genetik epistemolojidir. Piaget'e göre genetik epistemoloji, esas alındığı kavram ve işlemlerin psikolojik kökenlerini temel alarak bilgiyi, bilhassa bilimsel bilgiyi açıklamaya çalışmaktadır. Genetik epistemoloji, mümkün olan dengelenmiş düşünce yapılarına uygulanan mantıksal formaliteleri ve bazı durumlarda düşüncenin gelişiminde bir düzlemde diğerine dönüşümleri dikkate almaktadır (Piaget, 1970).

Piaget, bilişsel gelişimin yeni bilgilerin birbiri ardına eklenmesinden ibaret olmadığını ve düşünce işlevlerimizin sürekli bir değişime uğradığını ileri sürmüştür. Piaget'ye göre, bilişsel gelişimi etkileyen dört etmenden bahsedilebilir. Bunlar, olgunlaşma, yaşantı, uyum, örgütlenme ve bilişsel dengelemedir (Senemoğlu, 2003, s.39).

2.2.1.1.Olgunlaşma ve Yaşantı

Merkezi sinir sisteminin olgunlaşması, bilişsel gelişimin en temel öğelerinden birisi olarak kabul edilmektedir. Hücre yapılarının nicelik ve nitelikleri belirli bir gelişmişlik düzeyine ulaşmadan, bilişsel yapının işlev ve etkinliklerinin ortaya çıkmayacağı ifade edilmektedir

(Topses, 2006, s. 88). Yeni doğan bir bebek bazı davranış biçimlerini kalıtımla hazır olarak getirmeseydi, karmaşık bir organizma haline gelmesi mümkün olmazdı. Yeni doğan bir bebek çok sayıda refleks ile dünyaya gelir ve biyolojik olarak olgunlaştıkça ve çevresi ile etkileşime girerek yaşantı kazandıkça refleksleri değişikliğe uğrar. Refleksler yerlerini bilinçli, karmaşık hareketlere bırakır. Buradaki temel husus bilişsel gelişimde ilerleme olabilmesi için organizmanın biyolojik olgunluğa erişmesi ve çevresiyle etkileşimi sonucunda yaşantı kazanması gerekliliğidir. Bir başka ifade ile bilişsel gelişim olgunlaşma ve yaşantı kazanma arasındaki sürekli etkileşimin bir ürünüdür (Senemoğlu, 2003, s.40).

2.2.1.2.Uyum (Adaptasyon) ve Örgütlenme (Organizasyon)

Uyum ve organizasyon (örgütlenme) bilişsel fonksiyon için iki önemli ilkedir. Bu iki ilkeye “fonksiyonel değişmezler” adı verilmektedir. Organizmanın biyolojik, psikolojik ve bilişsel fonksiyonlarını yerine getirirken içinde bulunduğu duruma uyum sağlanması ve bu uyumun koordineli bir şekilde gerçekleştirilmesi hayati bir öneme sahiptir (Senemoğlu 2003, s.41).

Piaget bilişsel gelişimi dünyayı öğrenme yolunda bir denge, dengesizlik ve yeni bir denge süreci olarak görmektedir. Başka bir ifade ile alt düzeydeki bir dengeden üst düzeydeki bir dengeye ilerleme sürecidir. Bu dengelenme sürecinin kusursuz işlemesi için karşılaşılan durumlara, varlıklara, objelere uyum sağlamayı gerektirir(Senemoğlu, 2003). Öyle ki Jean Piaget (Piaget, 1952’den aktaran Wadsworth, 2004) bilişsel gelişmeyi dünyaya uyum süreci olarak görmektedir. Her uyum hareketi ise organize edilmiş bir davranışın parçasıdır, tüm etkinlikler koordinelidir. Bu örgütlenmeden dolayı da uyum davranışları düzenli olabilmektedir (Senemoğlu, 2003).

Organizmanın çevreye uyum yeteneği tüm canlılar için ortak özelliktir ve Piaget’in bilişsel gelişimi açıklamak için kullandığı temel kavramdır. Uyum bireyin çevresi ile etkileşerek, yeni durumları mevcut şemaları içine alması, önceden var olan semalara uymayan yeni durumlar için bu semaları değiştirmesi veya yeni şemalar oluşturma şeklinde özetlenebilir. (Baykul, 2000, s. 8). Piaget’ye göre uyumun iki yönü vardır. Bunlar, özümleme ve düzenlemedir.

2.2.1.2.1.Özümlleme (Assimilation)

Özümlleme, bireyin yeni karşılaştığı durum, nesne ve olayları kendisinde mevcut olan bilişsel yapının içine yerleştirmesi işlemidir (Erden ve Akman, 1997: 53). Başka bir ifade ile çocuğun karşılaştığı yeni bir olayı, fikri, objeyi, kendisinde var olan bilişsel yapı içine alması sürecidir. (Senemoğlu 2003, s. 43).

Özümlleme bir içe alma, bir nevi organizmaya sindirme olayıdır. Özümlleme yoluyla, başka insanları, nesneleri, fikirleri, gelenek-görenekleri, kendi eylemimize bütünlemenin ya da katmanın ilk adımı atılır. Özümlleme sürekli olarak bir uyumsama olayı ile dengelenir (Günçe, 1973, s. 32).

2.2.1.2.2.Uyumsama / Düzenleme (Accommodation)

Uyumsama, mevcut şema artık işe yaramıyorsa ve yeni bir nesne veya durumla başa çıkmak için değiştirilmesi gerekiyorsa gerçekleşmektedir (McLeod, 2015). Bu süreç ise ya yeni şemalar oluşturarak ya da mevcut şemaların kapsam ve niteliklerini değiştirerek oluşmaktadır (Erden & Akman, 1997, s. 54- 55). Bireylerin yaşantısı özümlleme ve uyumsama süreçlerinin etkileşimini içerir. Bireylerdeki mevcut bilişsel yapılar, yeni durumlara uygun ise özümlleme; uygun değilse mevcut bilişsel yapılar yeniden düzenlenir. Bu yeniden düzenleme süreci öğrenmeye eşdeğer görülmektedir. Eğer yeniden düzenleme süreci olmasaydı sadece özümlleme yaparak öğrenme ve dolayısıyla da gelişme mümkün olmazdı (Senemoğlu, 2003, s.44).

2.2.1.3.Dengeleme

Piaget'nin kuramına göre bilişsel gelişimin temelindeki itici güç, dengeleme kavramında yatmaktadır. Dengelenme, özümlleme ve uyumsama süreçlerinin birbirleriyle etkileşmesi sonucu ortaya çıkarak dengeli bir düzenlemeyi sağlamaktadır (Senemoğlu, 2003, s.45; Günçe,1973, s. 32- 33).

Dengelenme bireyin yeni yaşantılar yoluyla özümlleme ve uyumsama yaparak yeni dengelere ulaşmasıdır. Dengeleme süreci bireyin çevreye uyum sağlamasını ve dengeye ulaşmasını sağlar. Ancak, bireyin denge durumu durağan değildir. Ortaya çıkan yeni uyarıcılarla, birey öncelikle özümlleme yoluyla dengeye ulaşmaya çalışır. Eğer uyarıcı mevcut şemalara uyum sağlamazsa bir dengesizlik oluşur. Bu durumda ise uyumsama yoluyla mevcut şemalar

düzenlenerek ya da yeni şemalar oluşturularak yeni bir denge durumu sağlanır. Sonuçta öğrenme yeni dengelemelerin sonucunda gerçekleşir (Baykul, 2000, s. 8; Kızıltepe, 2004, s. 37).

2.2.1.4. Piaget’de Bilişsel Yapı, Şema ve İşlem Kavramları

Piaget’ye göre bilişsel yapılar en gelişmiş haliyle ‘içselleştirilmiş’ ve ‘tersine çevrilebilen’ eylemleri içeren işlemlerden oluşmaktadır. Yapılar çocuğun özellikle daha karmaşık bilişsel tepkilerinde davranışlarının niteliğini belirleyen örgütlenme özellikleri (Öngen, 1995), ‘algı’, ‘düşünme’, ‘bellek’, ‘hatırlama’, ‘anlama’ gibi dış dünyayı tanımak için kullanılan zihinsel süreçlerdir (Oktay, 2000, s. 54). Her yapı kendinden önce gelen yapının üzerine kurulmaktadır. Eski yapıların yeni yapılar halinde bütünleştirilmesi de gelişimdeki sürekliliği sağlamaktadır (Öngen, 1995). Piaget merkeze zekâyı koyarak bilişsel gelişimi açıklamaya çalışmıştır. Ona göre, zekânın her yas döneminde ayrı bir yapısı vardır ve bilişsel gelişimde özel psikolojik yapılar ve yaşla değişen şemalar vardır. Başlangıçta şemalar davranışımızı harekete geçiren mekanizmalardır. Zamanla daha amaca yönelik ve yaratıcı olurlar (Oktay, 2000, s. 54).

Piaget’nin yapı kavramına yüklediği anlamı ve bu kavramın şema kavramı ile olan ilişkisinin daha detaylı olarak ele alınması önemlidir. Bu ilişkiyi bir örnekle açıklayacak olursak, bebeklerin parmak emme davranışı emme refleks kalıbı içinde şekillenmiş psikolojik bir yapıdır. Bu davranış bu şekillenme neticesinde hem çocuğun hem de çevrenin özelliklerini taşıyacaktır. Dolayısıyla çocuğun huyları gelişecektir. Piaget bebekten bebeğe değişen bu huylara şema adını vermektedir. Özetleyecek olursak doğuştan getirilen kalıp (Örn emme refleks kalıbı) sonradan kazanılan yapı ve bu yapıların eylemler vasıtasıyla dışarıya yansımaları olan şemalar Piaget’in gelişim kuramının getirdiği kategorilerden bazılarıdır. (Günçe, 1973, s. 33- 34).

Bireylerin sahip olduğu şemalar, bireyin çevresindeki dünyayı anlamak için geliştirdiği bir bilgisayar programına benzetilebilir. Şemalar bireyin çevresindeki problemleri anlamasını, çözmesini sağlayan yapılar olarak düşünülebilir (Senemoglu 2003, s. 42). Şemalar kendileri de değişerek farklı alanlara uygulanabilen biyolojik kökenli eylemler (Erden, Akman, 1997: 53), yeni bilginin yerleştirileceği bir çerçeve (Senemoglu 2003, s. 42), zihinsel aktivitelerin

örgütlenmiş yapıları (Çelen, 1999, s. 156) ve zihinsel işlemlerin gözlenebilir kanıtı (Günçe, 1973, s. 31) olarak tanımlanabilir.

Piaget'e göre 'şema' 'yapı' ile aynı anlamı taşımaktadır. Şema içsel olan yapıların davranışsal karşılığı olarak kullanılmaktadır (Öngen, 1995). Bilişsel yapılar ya da şemalar yoluyla birey çevresine uyum sağlar ve çevreyi organize eder (Senemoğlu 2003, s.42). Bilişsel gelişim, mevcut şemalara bağlıdır. Her yeni bilgi mevcut şemalara bağlı olarak yorumlanır, işlenir ve hiçbir bilgi mevcut şemalardan bağımsız olarak hafızada ayrı bir yere yerleşemez (Selçuk, 1999, s. 69- 70). Bireyde daha önceden var olan şemalar çocuğun uyarılara nasıl cevap vereceğini belirler. Çocuk büyüdükçe çevre ile olan etkileşimleri şemaları etkiler ve şemalardaki gelişim çocuğun da değişmesini sağlar. Görüldüğü üzere şemalar, olgunlaşma ve yaşantı kazanma yoluyla sürekli olarak değişime uğrayıp yeniden organize olabilmektedirler (Olson & Herganhahn 2015, s. 282).

Piaget'nin kullandığı işlem kavramı, 7-11 yaşlarında oluşmaya başlayan psikolojik yapıları ifade etmektedir (Ahioğlu-Lindberg, 2011). İşlemler sayesinde çocuk çevresindeki nesneleri, olayları kendi zihninde olduklarından başka bir hale dönüştürebilmektedir. Eğer çocuk bilerek eşyaları kendi kafasındaki bir kurala göre sınıflandırıyorsa işlem yapıyor demektir (Jersild, 1979, s. 39). 7-11 yaş aralığındaki işlemsel şemalar, bebeklik dönemindeki davranış şemalarından oldukça farklıdır. Bu şemalar bebeğin davranışsal şemalarının aksine bilişsel eylemlerini içermektedir. Örneğin somut işlemler dönemindeki bir çocuk daha önceki dönemlerde kullanmadığı tersine çevirme ve korunum işlemlerini yapabilmektedir (Piaget, 1977'den akt. Ahioğlu-Lindberg, 2011). Böylelikle bu iki kavramla ilgili gelişim, bilişsel gelişimde işlemsel düşüncenin geliştiğini gösteren ipucu olarak değerlendirilmektedir. İşlemsel yapıların tüm biçimlerinin kurulmasıyla, düşünce daha ussal, soyut ve bilimsel olma özelliklerini kazanmaktadır (Ahioğlu-Lindberg, 2011).

2.2.1.5.Bilişsel Gelişimin Basamakları

Yukarıda da belirttiğimiz gibi bireyin çevresindeki dünyayı anlamasını ve öğrenmesini sağlayan zihinsel etkinliklerdeki gelişimine 'bilişsel gelişim' denilmektedir (Senemoğlu, 2003, s. 39). Piaget'ye göre, bilişsel gelişim, birbirini izleyen dört döneme, her dönem de bir takım evrelere ayrılır. Dönemler ilerledikçe bilişsel düzeyde niteliksel gelişme gözlenmektedir. Her dönem kendinden önce gelen dönemlerin özelliklerini yeniden düzenleyerek kendi içine almaktadır (Erden & Akman, 1997, s. 53).

Piaget, bilişsel gelişim dönemleri arasındaki geçişlerin basit olmayan karmaşık bir süreç olduğunu vurgulamış ve yaptığı klinik gözlemler ile çocukların dünyalarının, yetişkinlerin dünyalarından çok farklı olduğunu öne sürmüştür. Ona göre çocukların tamamen kendilerine özgü zihinsel işleyişleri vardır. Çocukların olayları ya da durumları açıklama biçimleri, içinde bulundukları gelişim dönemine bağlı olarak değişiklikler göstermektedir (Erden & Akman, 1997, s. 52).

Piaget bilişsel gelişim dönemlerini birbirinden ayırırken, belirli yaş aralıklarından yararlanmaktadır. Ancak belirlenen yaşların yaklaşık değerlere sahip olduklarını belirtmektedir. Dönemler arası geçiş her çocuk için farklı yaşlarda olabilir. Örneğin; soyut işlemler dönemine geçiş yaşı 11 olarak belirtilse de, bu durum her çocuğun soyut işlemler dönemine 11 yaşında gireceği anlamına gelmez. Çocuk bu döneme daha önce ya da daha geç girebilir. Bu nedenle bilişsel gelişim dönemleri için belirlenen yaşlar yaklaşık değerlere sahiptir. Dönemler için belirlenen geçiş yaşları yaklaşık değere sahip olmakla birlikte, geçiş birdenbire olamaz, ara aşamalar vardır. Piaget, her çocuğun niteliksel özellikleri açısından birbirinden ayrılan evre ve dönemlerden geçmesinin kaçınılmaz olduğunu, kimi çocuğun daha erken kimisinin daha geç de olsa da bu evrelerden geçeceğini belirtmiştir. Bu evre ve dönemler, her çocuk için aynıdır. Her çocuğun kendi gelişimi içinde, gelişim basamaklarından sırayla geçecektir. Sonuç olarak, kültür ortamı ya da yaş sınırları ne olursa olsun bilişsel gelişim evreleri belli bir sıra izlemek durumundadır (Günçe, 1973, s. 173).

Evrelerin her biri özgün yapıların ortaya çıkışıyla belirlenir ve bu özellikleri ile önceki evrelerden ayırt edilir. Her evre kendine özgün yapılara sahip olsa da tüm evrelerde ortak olan işlevsel düzenekler mevcuttur. Genel bir biçimde denilebilir ki tüm edim bir gereksinimi karşılar, diğer bir deyişle, tüm hareket, tüm düşünce ya da duygu bir gereksinime yanıt verir. Çocuk, dışta ya da tümüyle içte bir dürtünün harekete geçirmede hiçbir edimi gerçekleştirmez. Bu dürtü her zaman kendini bir gereksinim tarzında gösterir (örneğin ilkel bir gereksinim, bir ilgi ya da bir soru v.d.). Bu gereksinim ise bir dengesizliğin dışavurum göstermiş halidir. Öyle ki çevremizde ya da bizde (bedensel ya da zihinsel organizmamızda) bir değişiklik meydana geldiği zaman, bir gereksinim ortaya çıkar. Bu durumda da davranışın gerçekleşen değişikliğe bağlı olarak yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Örnek verecek olursak açlık ya da yorgunluk, yiyecek aramayı ya da dinlenmeyi teşvik eder, bir nesneyle karşılaşma, bir nesneyle oynama gereksinimini harekete

geçirir ya da bir başkasının sesi, ondan kaçınma ya da onu sevmeye gereksinimine yol açar (Piaget, 1999, s.16-17). Sonuçta da bu gereksinimler neticesinde davranışlar şekillenir.

2.2.1.5.1.Duyusal-Motor Dönem (0-2 Yas)

Bilişsel gelişimin ilk dönemidir. Çocuğun dünyaya gelmesiyle başlar ve dilin açılmasıyla son bulur. Doğum anı ile dil öğrenme arasında geçen dönemde zihin olağanüstü bir gelişme gösterir. Çoğu zaman bunun öneminden kuşkuya düşülür, çünkü zekanın ve duygunun gelişimini adım adım izlemeye olanak veren konuşma, bu evreye eşlik etmez. Oysa daha sonraki tüm bilişsel gelişim için en önemli dönemdir. Gerçekte, küçük çocuk için kendisini çevreleyen tüm pratik evreni algılamak ve hareketlerle fethetmekten başka bir şey söz konusu değildir Bu gelişmenin başlangıcında bebek her şeyi kendine, daha açıkçası kendi bedenine taşıırken, varış noktasında, diğer bir deyişle, konuşmaya ve düşünmeye başladığında, yavaş yavaş kurduğu ve bundan böyle kendi dışında saydığı bir evren içinde ve diğerleri arasında bir parça ya da beden sıfatıyla pratikte yerini alır. Bu dönemin boyunca çocuğun üç evreden geçtiği söylenebilir. Bunlar, refleksler evresi, algılamaların ve alışkanlıkların organizasyonu evresi ve duyumsal devinim zekânın evresidir (Piaget, 1999, s.22-23). .

Bu dönemde çocuğun doğuştan getirdiği iki reflekse rastlanır. Bunlardan birincisi emmedir. Çocuğun bu davranışı için dışardan bir şey öğretilmesine gerek olmadığı gibi, bu davranış zihinle de ilgili değildir. İkinci davranış da, çocuğun bir nesneyi kendiliğinden kavrama (ya da yakalama) refleksidir. Bu refleksler çocuğun ilk biliş şemalarını oluşturur (Senemoğlu, 2003. s.47).

Zihinsel özümlemenin habercisi olan bu refleks çalışmaları, alışkanlıkların ve örgütlü algılanmaların içine katılarak hızla karmaşık bir hal alacaktır, diğer bir deyişle, deneylerin yardımıyla yeni davranışların çıkış noktasındadır. Örneğin başparmağı sistemli bir şekilde emmek ikinci evreye aittir artık; benzer olarak bir gürültü duyunca başı çevirme ya da hareket halindeki bir nesneyi izleme vd. bu evrenin içinde sayılabilir. Üç ile altı ay arasında (genelde dört buçuk aya doğru) bebek gördüklerini eliyle tutmaya çalışır ve bu elle tutma ve sonra kullanma yeteneği, bebeğin yeni alışkanlıklar oluşturma gücünü çok artırır (Piaget, 1999, s.22-23).

Bununla birlikte, gelişmenin daha sonrası için çok daha önemli olan pratik zekâ ya da duyumsal devinimin kendisi olan üçüncü evreye gelmektedir. Bu evrede başlangıçta deneme yanılma yoluyla olan problem çözme davranışlarında, daha planlı bir yaklaşımla zihinsel olarak problem çözmeye ilerlenir. Çocuklar öncelikle nesne ve olayları zihinsel olarak sembolleştirir ki bu duruma “Düşünmenin başlangıcı” adı verilir. Bu durum zekânın dilden çok önce ortaya çıktığını göstermektedir. Bu dönemde kullanılan nesnelere yönelen tümüyle pratik zekâdır ve «eylem şeması» olarak algılamalardan ve örgütlü hareketlerden oluşan sözcüklerin ve kavramların yerine kullanılır. Örneğin uzaktaki bir nesneyi çekmek için bir çubuğu tutmak, bir zekâ edimidir, çünkü bu gerçek bir araçtır ve önceden ortaya çıkmış bir amaçla bağlantılıdır, bu olanağı ortaya çıkarmak için, çubukla amaç arasındaki ilişkiyi önceden anlamak gerekir (Senemoğlu, 2003, s.48; Piaget, 1999, s.22-23).

2.2.1.5.2.İşlem Öncesi Dönem (2-7 Yas)

Dilin gelişimiyle birlikte, davranışlar hem zeka yönünden hem de duygusal açıdan değişir. Zihinsel gelişim için buradan üç önemli sonuç çıkar: Bireyler arasında olası karşılıklı ilişki, başka bir ifade ile devinimin toplumsallaşmasının başlangıcı; konuşmanın kendine mal edilmesi, başka bir ifade ile iç dil ve işaretler sistemi için bir destek olan düşüncenin ortaya çıkışı; son olarak ve özellikle şimdiye değin salt algısal ve devinsel olan hareketlerin sezgisel planlar üzerinde kurulabilmesidir (Piaget, 1999, s.31).

Bu dönem iki alt evreye ayrılmaktadır. Bunlar:

1. Sembolik dönem veya kavram öncesi dönem (2-4 yaş)
2. Sezgisel Dönem (4-7 yaş)

2.2.1.5.2.1.Sembolik Dönem (Kavram Öncesi Dönem)

2-4 yaşlarını kapsamaktadır. Dil gelişimi bu dönemde çok hızlıdır. Bu dönemdeki çocukların özelliklerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

1. Bu dönemde çocuklar ben merkezlidir. Dünyayı başkasının gözünden göremezler.
2. Objeleri yalnız tek özellikleri açısından sınıflayabilirler.
3. Bir özellik bakımından farklı olan nesnelerin farkını göremezler.

4. Mantık yürütmede tümevarım ya da tümdengelim yollarını kullanmazlar. Mantıkları değişken ve yüzeyseldir. Tek yönlü düşünürler. Örneğin kedi dört bacaklı, tüylü, küçük bir hayvandır. Bu da dört bacaklı, tüylü, küçük bir hayvan, o halde bu da kedidir diyebilirler (Senemoğlu, 2003, s.49).

2.2.1.5.2.2. Sezgisel Dönem

4-7 yaşlarını kapsayan bu dönemde çocuklar mantık kurallarına uygun düşünme yerine sezgilerine dayalı olarak akıl yürütürler ve problemleri sezgileri ile çözmeye çalışırlar (Senemoğlu, 2003, s.49).

Sezgisel dönemin önemli bilişsel özelliklerinden birisi bu evredeki çocukların korunumu kavrayamamasıdır. Bir nesnenin biçimi ya da mekândaki konumu değiştiğinde; miktar, ağırlık ve hacminde değişiklik olduğunu düşünülemez (Erden ve Akman, 2001: 65). Bu evrede çocuklar nesnelerin görüntüsünün başka bir ifade ile sezgilerinin etkisi altındadır (Yavuzer 2005:86).

Bu dönemin önemli özelliklerinden birisi de çocukların işlemleri tersine çevirememesidir. Piaget'e göre tersine çevirme düşünmenin önemli bir yönüdür ve korunumun başlangıç noktasıdır (Senemoğlu, 2003, s.50).

Bu dönemi özetleyecek olursak yaşamın ilk yıllarındaki eylemlerde ki değişim yalnızca duyumsal-devinimsel ya da pratik olan bir zekâ dönüşümü neticesinde olurken bu dönemden sonra bu değişim, dilin ve toplumsallaşmanın çift etkisi altında gerçek anlamdaki düşünceyle gerçekleşmektedir. Her şeyden önce dil, çocuğa kendi eylemlerini anlatmaya izin verirken, aynı zamanda ona geçmişini yeniden kurma olanağı da sağlar, öyleyse önceki davranışlarını yönelttiği nesnelerin yokluğunu anımsar ve henüz gerçekleşmemiş yeni eylemleri önceden sezer, kimi kez bunları hiçbir zaman yerine getirmeden onların yerine yalnız sözleri yerleştirir. Düşüncenin çıkış noktası da bu şekilde olmaktadır (Piaget, 1999, s.36-44).

2.2.1.5.3. Somut İşlemler Dönemi (7-11 Yas)

Çocuk için yedi yaş, bilişsel gelişiminde kesin bir dönemeci oluşturmaktadır. Bu dönemde çocuklar mantıksal düşünmenin temellerini atarlar. Bir önceki dönemde kazanılamayan bilişsel işlemler bu dönemde kazanılmıştır. Bunlardan ilki işlemlerin tersine çevrilebilmesidir. Bu işlemin yapılabilmesi ile birlikte korunum ilkesi ile ilgili sorunları da

kalmamıştır. Somut işlem dönemindeki çocuk algıya dayalı değişimlere rağmen niceliğin değişmeden kaldığı fikrini kavrar. Artık aynı hacimdeki ince uzun kapla geniş kap arasında hacim olarak fark olmadığını, yığın halinde bir çamurun, ip gibi yuvarlandığında miktarının değişmeyeceğini de bilmektedir (Charles, 2003; Senemoğlu, 2003; Piaget, 1999).

Bu dönemdeki çocuklar benmerkezcilikten uzaklaşmışlardır, olayları başkaları açısından da görebilirler. Bu dönemdeki düşünme süreçleri gözlemlenebilen gerçek olaylar üzerinden gerçekleşebilir, soyut olan olaylar anlaşılamaz. Çocuklar bu dönemde bazı zihinsel işlemleri yapabilecek duruma gelmişlerdir artık nesneleri belirli özelliklerine göre sıralayabilmekte ve gruplandırabilmektedirler (Senemoğlu, 2003). Bu dönemde çocuk, betimlemeli düşünme ve deneysel bilgilerden tümevarım şeklindeki düşünme yöntemini kullanmaktadır (Lawson vd., 2000).

2.2.1.5.4.Soyut İşlemler Dönemi (Formal İşlemler Dönem (11 yas ve yukarısı)

Ergenlik döneminin başlangıcından itibaren çocukların düşünme biçimleri yetişkinlere benzer hale gelir ve bu dönemde artık soyut düşünme başlar (Senemoğlu, 2003). Somut işlemler döneminde sadece siyah ve beyazı düşünebilen bireyler artık grileri de düşünür hale gelmişlerdir. Başka bir ifade ile olayları neden-sonuç ilişkisi içinde mantıksal olarak analiz edebilmekte, varsayımsal durumları değerlendirip, metaforlardaki sembolleri hayal gücüyle kullanabilmektedirler (Piaget,1950'den aktaran American Psychological Association, 2002). Piaget bu evreyi somut ve mevcut gözlemlerden sıyrılmış önermelerle akıl yürütmeye ve varsayımlara sınımaaya olanak tanıyan düşünce transformasyonu olarak betimlemiştir. (Garbarino, 1985'den aktaran Öngen, 1995). Bir çocukla kıyaslanacak olursa, genç birey kuramlar üreten bir bireydir. Bir çocuk sistemler kurmaz, gerçeklerin önerdiği ölçüde somut olarak ve sorundan soruna düşünür, genel kuramlar yoluyla yapılacak çözümlerle bağlantıyı sağlayamaz. Öte yandan, bir ergen ise günü gününe yaşanan gerçekliklerle ilgisi bulunmayan ve güncel olmayan sorunlara ilgi duyar ya da umarsız bir saflıkla, çoğu zaman düşsel olan dünyanın geleceğini önceden sezmeye çalışır (Piaget, 1999). Ergen, bir savın içeriğinden bağımsız olarak (somut ya da soyut) bu savın formuyla mantıksal olarak uğraşabilir. Bunu sağlayan hayal gücü ya da yaratıcılık değil soyutlama yeteneği ya da saf soyut düşünme yeteneğinin gelişmesidir (Garbarino, 1985'den aktaran Öngen, 1995). 11-12 yaş önemlidir çünkü bilişsel gelişme yavaş yavaş özgür düşünceye doğru yönelir ve gerçeklikten kopar.

Gerçekte on bir on iki yaşına doğru, çocuğun düşüncesinde temel bir dönüşüm olur ve somut düşünceden biçimsel düşünceye geçiş ya da varsayımsal - tümünden gelimci düşünceye geçiş oluşur. Bu yaşa değin çocuğun zeka işlemleri yalnızca somuttur, yalnız gerçeğin kendisine yönelir ve özellikle kullanılmaya yatkın ve gerçek deneyimlere uyan, elle dokunabilir nesnelere çevrilir (Lawson vd., 2000 ;Piaget, 1999).

Elkind (1975), Piaget ve Inhelder'in görüşlerinden hareketle ergenlik dönemindeki bireylerin bilişsel yapısının belirli özellikleri olduğunu belirtmektedir. İlk olarak, ergen bir problemle karşılaştığında aynı anda pek çok faktörü içeren bileşimsel (kombinatuvar) bir mantık kullanmaktadır. İkinci olarak ergen, küçük çocukların düşüncesinden daha karmaşık bir yapıya sahip ikinci bir semboller sistemi (semboller için semboller) daha kullanabilmektedir. (akt Ahioğlu-Lindberg, 2011).

Soyut işlemler döneminde olan bir bireyin sahip olması gereken mantıksal düşünme işlemleri, değişkenlerin teşhisi ve kontrolü (Identification and the Control of Variables), orantısal akıl yürütme (Proportional Reasoning), olasılıklı akıl yürütme (Probabilistic Reasoning), ilişkisel akıl yürütme (Correlational Reasoning) ve kombinasyonel akıl yürütme (Combinatorial Reasoning) olarak belirtilmiştir.(Lawson, 1982; Valanides, 1996). Soyut işlemler dönemine ait olan mantıksal düşünme süreçleri aşağıdaki gibi açıklanmıştır.

Değişkenlerin Teşhisi ve Kontrolü

Bir bilimsel araştırmada değişkenleri belirleme ve kontrol etme yeteneği, etkinlik merkezli fen derslerinin geliştirmeye çalıştığı önemli süreç becerilerinden biridir. Bağımlı bir değişkene etki eden bağımsız değişkenlerin belirlenmesi ve bu değişkenlerin manipüle edilmesi ve kontrolü, sorgulamaya yönelik fen derslerinin planlanması, uygulanması ve yorumlanması aşamasında hayati öneme sahiptir (Garnett & Tobin, 1984)

Orantısal Akıl Yürütme

Orantılı akıl yürütme, iki değişken arasındaki ilişkiyi oran biçiminde görme kabiliyetini gösterir (Harding, 1990 & Lawson, 1978). Orantısal akıl yürütme kalıplarının kullanılması, fenin daha ziyade niceliksel yönü açısından çok önemlidir. Orantısal akıl yürütme olmaksızın, fendeki çok sayıda fonksiyonel ilişkinin türetilmesi ve bu ilişkilerin

kullanılmasının anlaşılması mümkün değildir. Bu seviyedeki niceliksel ilişkiler genellikle lisede verilir ancak ilk ve ortaokul seviyesinde öğretmenlerin öğrencilerine uygun akıl yürütme kalıpları geliştirmelerinde yardımcı olması için orantısal mantığı uygulayabilecekleri fen aktiviteleri vardır. Orantısal akıl yürütmeye verilerin işlenmesinde, tablollaştırılmasında ve grafiklerin yorumlanmasında başvurulmaktadır (Garnett & Tobin, 1984).

Olasılıklı Akıl Yürütme

Olasılıksal akıl yürütme, olayları rasgele olaylar veya rastgele olmayan olaylar olarak tanımak, böylece bireylerin olayları tahmin edilebilir veya tahmin edilemez olarak tanımlamasını sağlamaktadır. (Harding, 1990 & Lawson, 1978). İlk bakışta, olasılıksal mantığın anlaşılmasının, ilk ve orta öğretimin öğretmenleri için çok önemli olmadığı anlaşılabilir. Bununla birlikte, şans kavramı bilimsel araştırmanın birçok yönünde bulunmaktadır. Bilimsel deneylerde tekrarlardan elde edilen ortalama sonuçların kullanılmasının nedeni şans faktörünü en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Aynı zamanda, araştırmalardan elde edilen verilerin yorumlanması, temel seviyede olsa da, genellikle olasılıklı mantık anlayışını gerektirir (Garnett & Tobin, 1984).

İlişkisel Akıl Yürütme

İlişkisel akıl yürütme, bir olayı destekleyen veya engelleyen olayları düşünebilme kabiliyetidir ve böylece iki değişken arasındaki ilişkinin yanı sıra ilişkinin kuvvetini de tahmin edebilir (Harding, 1990 & Lawson, 1978). İlişkisel akıl yürütme, değişkenler arasındaki ilişkilerin tanımlanması ve doğrulanmasını içerir ve her düzeyde bilimsel araştırmalarda merkezi bir noktadır. Değişkenler arasındaki potansiyel ilişkilerin göz önüne alındığı hipotez oluşturma sürecinin vazgeçilmez bir parçasıdır. Değişkenler arasındaki ilişkilerin türetildiği, desteklendiği veya çürütüldüğü verilerin yorumlanmasında da çok önemlidir (Garnett & Tobin, 1984).

Kombinasyonel Akıl Yürütme

Kombinasyonel akıl yürütme, bir sorunun doğasında olan tüm nedensel faktörleri analiz etme yeteneği olarak ifade edilir. Bu yetenek olası tüm değişkenleri ve değişkenlerin olası tüm kombinasyonlarını tespit etmeyi gerektirir (Harding, 1990 & Lawson, 1978).

Değişkenlerin etkisini ölçmek üzere alternatif hipotezler kurmak ve test etmek birlesik düşünme yeteneğini gerektirmektedir (Garnett & Tobin, 1984).

Genel olarak bireyin bilişsel gelişim sürecini özetleyecek olursak, algılama ve birincil hareketler (tutma, yakalama v.d.) önce yakın nesneler üzerinde ve onların anlık durumlarında etkili olur, sonra pratik bellek ve zeka çevrede olabilecek dönüşümleri önceden görmeye izin verir. Daha sonra sezgisel düşünce bu iki erki güçlendirir. Somut işlemler biçimi altında mantıksal zeka ve son olarak soyut çıkarsamalar, uzam ve zaman içinde bireyin olaylara egemen olmasını sağlayarak bu evrimi bitirir (Piaget, 1999, s.19).

2.2.1.5.4.1.Soyut İşlemler Dönemindeki Yapılar

Piaget'in önerdiği bilişsel gelişim evreleri bütünsel yapıların kurulmasına yer verir ve soyut dönem ise iki bütünsel yapıya dayanır. Bu yapılar bir durumun bütün hallerini birleştirme (kombinatuvar oluşturma) yeteneğine yer veren önermeler mantığı ağı ya da kombinatuvar sistem ve INRC (Idantite-Negasyon-Resiprosite-Corelative) grubudur (Cloutier, 1982'den aktaran Öngen, 1995). Piaget'in önerdiği kuramda ergen düşüncesindeki pek çok değişiklik ve gelişme bu iki mantıksal yapının eşgüdümlü olarak kullanılması ile açıklanmaktadır. Bunlardan ilki "Bileşimsel (Kombinavutar Önermeler) Sistem Yapısı" ikincisi ise "INRC Grubu Mantıksal Modeli" olarak belirtilmektedir.

Bileşimsel çözümleme matematiğin, sonlu ya da kesikli bir sistemdeki diziliş biçimleri ile seçme ve benzeri işlemleri içeren problemlere ilişkin dalıdır. Standart 52'lik bir iskambil destesinden dağıtılacak 5 kâğıtlık eller arasında iki tane birli içerenlerin oranı nedir veya bütün öğrencilerin istedikleri her dersi seçebilmelerine olanak sağlamak üzere dersler nasıl programlanmalıdır şeklindeki problemler bileşimsel çözümlemenin konusuna giren örneklerdendir (e-okul, 2017).

Bileşimsel sistem; birleşme, ayrışma, içirme ve uyumsuzluk olmak üzere dört önermesel işlemten oluşmaktadır. Birleşme, çocuğun problemi çözebilmek için tek bir değişkene dikkat etmesinin yeterli olmadığı her iki değişkeninde aynı anda düşünülmesi gerektiği

durumda kullanılmaktadır. Örneğin, nesnelerin bir sıvı içinde yüzme-batma durumlarına ilişkin problemler çözülürken, maddenin hem ağırlığına hem hacmine dikkat edilmesi gerekmektedir. Ayırışma ise, bir tür hipotez test etme işlemidir. Burada ki temel nokta, problemin çözümüne ilişkin her bir değişkenin bağımsız bir şekilde denenmesidir. Diğer önermesel işlem neden-sonuç ilişkisi kurmaya yönelik olan içermedir. *İçerme*, konu ile ilgili bir değişkenin tanımlandığı bir durumda, o konuyla doğrudan bağlantılı diğer değişkenlerin de tespit edilip, test edilmesi anlamına gelmektedir. Son önermesel işlem ise, *uyuşmazlıktır*. Bu işlem, ortaya atılan hipotezlerin problemin çözümü açısından herhangi bir değişikliğe yol açmadığı sonucuna ulaşılmasını sağlamaktadır (Dusek, 1987 ve Ginsburg & Oppen, 1969'den aktaran Ahioğlu-Lindberg, 2011).

INRC operasyon grubu, soyut işlemler dönemindeki bireylerin önermesel işlemleri dönüştürmede kullandıkları kuralları tanımlayabilmek için geliştirilmiştir. INRC, grup içindeki terimlerin İngilizce karşılıklarının ilk harflerine göre temsil edilen dönüşümsel yapıdır. Bu yapılar, özdeşlik ya da düz dönüştürme (Idantite), tersine çevirme (Negation), karşılıklı dönüştürme (Reciprocity) ve karşılıklı dönüştürmenin tersi (Correlativity) biçiminde sınıflandırılmaktadır (Dusek, 1987'den aktaran Ahioğlu-Lindberg, 2011). Dönüşümlere bir örnek verilecek olursa: Bir denge probleminde, cismin ağırlık değişimlerinde ve ağırlık merkezine olan uzaklıklardaki değişimlerdeki denge mantığını inceleyelim. Bu örnekte p, cismin ağırlığındaki artış q ise cismin ağırlık merkezine olan uzaklığındaki artış; p^- ve q^- ise sırasıyla aynı koldaki cismin ağırlığındaki azalış ve cismin ağırlık merkezine olan uzaklığındaki azalış; p' ve q' diğer koldaki cismin ağırlığındaki artış and q ise cismin ağırlık merkezine olan uzaklığındaki artış; p'^- ve q'^- diğer koldaki cismin ağırlığındaki azalış ve cismin ağırlık merkezine olan uzaklığındaki azalış olarak temsil edilmektedir.

Özdeşlik ya da düz dönüştürme (Idantite (I)) $(p.q) =$ Aynı koldaki cismin ağırlığını ve ağırlık merkezine olan uzaklığını arttırmak; (1. Dönüşüm)

Tersine çevirme (Negation (N)) $(p^- \vee q^-) = (p^-.q) \vee (p.q^-) \vee (p^-.q^-) =$ Aynı koldaki cismin ağırlığı azalırken, ağırlık merkezine olan uzaklığı arttırmak veya aynı koldaki cismin ağırlığı artarken, ağırlık merkezine olan uzaklığı azaltmak ya da aynı koldaki cismin ağırlığını ve mesafesini azaltmak; (2. Dönüşüm)

Karşılıklı dönüştürme (Reciprocity (R)) $(p'.q') = 1.$ dönüşümü dengelemek için diğer koldaki cismin ağırlığını ve ağırlık merkezine olan uzaklığını arttırmak;(3. Dönüşüm)

Karşılıklı dönüştürmenin tersi (Correlativity (C)) $(p' \vee q') = (p' \cdot q') \vee (p' \cdot q') \vee (p' \cdot q')$
= Diğer koldaki cismin ağırlığı azalırken, ağırlık merkezine olan uzaklığı arttırmak veya diğer koldaki cismin ağırlığı artarken, ağırlık merkezine olan uzaklığı azaltmak ya da diğer cismin ağırlığını ve mesafesini azaltmak şeklinde açıklanmaktadır.

Bu dönüşümler incelendiğinde ise $NR = IC$, $RC = IN$, $NC = IR$ ve benzeri pek çok eşitlik elde edilebileceği görülmektedir (Inhelder ve Piaget, 1958, s.177-178). Soyut işlemler dönemindeki bireyler bu dönüşümleri kullanabilmektedirler.

2.2.2. Piaget'in Teorisine İlişkin Yapılan Eleştiriler ve Neo Piagetian Teori

Piaget'in teorisine ilişkin yapılan ilk araştırmalar Piaget'in bulgularını daha büyük örneklemelerde de bulmak için yapılan tekrarlı çalışmalarınıdır. Bu bağlamda Lawson (1985) soyut işlemler dönemi ile ilgili araştırmaların sonuçlarını derlediği çalışmada, bu alanla ilgili yapılan araştırmaların büyük bölümünde Piaget'in bulguları ile tutarlı sonuçlar elde edildiğini belirtmiştir. Bu çalışmalarda nitel olarak farklı bilişsel gelişim evrelerinin mevcut olduğu görülmektedir. Bu araştırmalara ek olarak nöropsikolojik anlamda da araştırmalar yürütülmüş, beyinde Piaget'in önerdiği gelişim aşamaları ile çakışan bir dizi büyüme ataklarının olduğu ortaya çıkarılmıştır (Hansen & Monk, 2002). Ayrıca, ön-frontal lob aktivitesinin ölçümleri ile MDY ölçümleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Bu durum ise bilişsel gelişimin öncülü olarak kabul edilen beynin olgunlaşmasının önemine ilişkin bir kanıt olarak değerlendirilmektedir (Kwon ve Lawson, 2000). Bu çalışmaların yanı sıra bu teori hakkında yapılan bazı eleştiriler bulunmaktadır. Bu eleştirilerden ilki Piaget'in soyut işlemler dönemindeki düşünme sistemini açıklamak için kullandığı önermesel mantık sistemidir. Önermesel mantık bir hipotetik-deductive (hypothetical-deductive thinking) düşünme sürecidir. Piaget soyut işlemler dönemindeki bir bireyin akıl yürütmesini problemin bağlamından ayrı tutmuştur. Başka bir ifade ile bağlam ne olursa olsun aynı mantıksal yapıya sahip olan tüm problemler soyut işlemler dönemindeki bireyler tarafından çözülebilmelidir. Piaget'in neden böyle bir bakış açısına sahip olduğunu anlayabilmek için onu etkileyen bilim insanlarını incelemekte fayda vardır. Piaget'in yapı anlayışının şekillenmesinde pek çok filozof ve sosyoloğun etkisi olmakla birlikte yapılandırmacılık deyince ilk akla gelen isimlerden Levi-Stauss ve Propp gibi dilbilimcilerin de etkisi altında kalmıştır. Propp, masallarda kahramanlar değişse bile işlevlerin ve yapıların değişmediğini ve bu sebeple kahramanları masallardaki işlevlerine göre incelemenin temel

bir yöntem olarak ele alınabileceğini belirtmektedir (Propp, 1987'den akt. Ak, 2007). Öyle ki Piaget'in olaylara bakışı da bu çerçevededir. Literatürde bu durumun ifadesi "epistemic subject" terimi ile açıklanmaktadır (Niaz, 1992). Oysa ki Piaget'in teorisi ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında bireylerin etkinliklerdeki performansının problemin bağlamından etkilendiğini ortaya koyulmuştur (Linn, Pulos, & Gans, 1981). Piaget'in zihinsel gelişim teorisinin sorunlarından bir diğeri de yatay geçiş (horizontal decalages) problemidir. Teoride sayıların, sıvı hacminin, ağırlığın korunumu gibi etkinliklerde benzer mantıksal yapı kullanıldığı için bu etkinliklerin aynı bilişsel gelişim döneminde yapılması gerektiği belirtilmektedir. Bununla birlikte, bunların her biri, farklı kronolojik yaşlarda, 5 ya da 6 yaşında sayıların korunması, 7 veya 8 yaşlarındaki sıvı hacimlerin korunması ve 9 ya da 10 yaşlarında ağırlık korunumu ortaya çıkmıştır. Bu çelişki, bazı psikologların Piagetian teorisinin öncülü olan zihinsel gelişimin mantıksal yapılar tarafından kontrol edildiği hipotezinin sorgulamasına neden olmuştur (Case, 1992; Fischer & Rose, 2001; Pascual-Leone, 1970).

Görüldüğü üzere Piaget'in, bireyleri epistemic subject olarak tanımlaması ve dolayısıyla bireysel farklılıkları dikkate almaması Piaget'in teorisi için yapılan eleştirilerin en önemli kaynağıdır. Bu bağlamda bazı araştırmacılar, Piaget'in pek çok görüşünü desteklemekle birlikte teorisinin eksik yönlerini tamamlayarak, teoriye farklı bir boyut kazandırmışlardır. Bu araştırmacılar Neo-Piagetian olarak ifade edilmektedir (Knight ve Sutton, 2004). Bu teorisyenler 25 yılı aşkın süredir bir yandan Piaget'in teorisinin temel yönlerini korumaya çalışırken diğer yandan da teorisinin eksik olan kısımlarını geliştirmeye ve değiştirmeye çalışmışlardır (Case, 1992; Fischer ve Rose, 2001; Pascual-Leone, 1970). Bu bağlamda bilişsel gelişime ilişkin farklı bir bakış açısı ile yeni teoriler öne atılmıştır. Bunlar, Pascual-Leone'nin Yapılandırmacı Operatörler (TCO) Teorisi, Case Teorisi ve Fischer'in Beceri Teorisi'dir. İlk Neopiagetian teorisyen Pascual-Leone (1970)'dir. Pascual-Leone'nin Yapılandırmacı Operatörler Teorisi (TCO), insanların bilgiyi işleme yollarını ve bu işlemin yaşla birlikte nasıl daha karmaşık hale geldiğini (en azından ergenlik çağına kadar) açıklamak amacıyla yapılar sunan bir bilişsel gelişim teorisidir (De Ribaupierre, 1975). Bu araştırmada bu teori esas alınmıştır.

2.2.2.1.Yapılandırmacı Operatörler Teorisi (YOT)

Yapılandırmacı Operatörler Teorisi (YOT), davranışın biyolojik olarak belirlenmiş yönlerini, yeniden düzenlenmiş bir Piaget perspektifi içinde açıkça ele alan bir bilişsel gelişim teorisidir (Pascual-Leone, 1970). Piaget'in teorisini yeniden düzenlemesi gelişimsel ve bireysel farklılıklara ilişkin açıklamalar getirilerek sağlanmıştır (Pascual-Leone, 2000) . Piaget bireyleri epistemic subject kavramı ile betimlerken, Pascual Leone metasubject kavramını kullanmıştır (Niaz, 1992). YOT, Piaget'in teorisini bazı yönleri ile korumaya devam etmiştir. Pascual-Leone, gelişimin yapılandırmacı bir süreç olduğu konusunda Piaget ile aynı görüştedir. Bununla birlikte, Piaget'in aksine, bu yapılandırmacı sistemi ayrıntılı bir şekilde modellemeyi mümkün kılan bir teori sunmaktadır. Bu teoride de niteliksel olarak gelişim aşamalarının varlığı kabul edilmektedir. Bu teori hakkında detaylı bilgi verilmeden önce, teorinin temelini oluşturan bazı kavramların açıklanması gerekmektedir. Bunlar:

1. Şema repertuarı kavramı:

Piaget'in teorisinde kullanılan şemalar(schemata) kavramı bu teoride şema repertuarı olarak ifade edilmektedir. Bireyin performansının içeriği, sisteme gelen girdiye göre bireyde var olan şemaların etkinleştirilerek ve bu girdiye uygulanmasının sonucunda şekillenmektedir. Bu durum, Piaget'in asimilasyon kavramına benzemektedir.

2. Bireylerin şema repertuarında bulunan aktivasyon alanı kavramı:

Sisteme herhangi bir girdi geldiğinde, aktivasyon alanı olarak tanımlanan bir dizi şemayı etkinleştirir. Bireyin içinde bulunduğu durum tarafından aktifleştirilen tüm şemalar bireyin performansını oluşturmaz. Aktivasyon ağırlığı açısından baskın olan şemalar, diğer şemaları engelleyerek performansı belirleyecektir. Bu nedenle, bir şemanın aktivasyon ağırlığı, aktive edilmiş bir şemanın gerçekten performans üretmek için kullanılıp kullanılmayacağını belirlemektedir.

3. Aktivasyon ağırlığını arttırmak için şemalara uygulanan şema güçlendiriciler veya metaconstructive operatörler (gizli operatörler) kavramı.

Şema aktivasyon enerjisini arttırmakla görevli olan gizli operatörlerin, şemalarda olduğu gibi girdi ile herhangi bir etkileşimi yoktur. Bunlar sadece bireysel farklılıklar ve durumsal faktörlerden etkilenecek, şemalara etki ederler. Bu şekilde bu operatörler bireylerin performansında gözlenen bireysel farklılıkları hem de görevler arası değişkenliği tanımlayabilirler (De Ribaupierre,1975).

Pascual-Leone'nin teorisi, Piaget'in şemalarının yanı sıra bir takım sessiz (yazılım operatörleri yani organizmik kaynaklar) operatörlerin varlığını öngörür. Organizmanın gözlemlenen performansı, sessiz operatörlerin şemalar üzerinde etki ettiği bir zihinsel sürecin sonucu olarak düşünülür (Pascual Leone, 1970).

Biraz daha detaylı ele alacak olursak, YOT yapıların iki kategorisini tanımlar. Bunlar yazılım (software) operatörleri ve donanım (hardware, sessiz) operatörleridir (Pascual-Leone & Johnson, 1999). Yazılım operatörleri Piaget'in teorisinde de yer alan şemalara karşılık gelir. Bir şema tekrarlanabilen ve öğrenilebilen bilgi taşıyan birimdir veya bir yapıdır. Şemaların gelişimi dışarıdan gelen bilgiye veya deneyimlere bağlıdır. Şemalar, bilgiyi üretir, asimile eder ve yapılandırır ve bu yolla mümkün olan deneyimi yaşarlar. Şemaların çeşitliliği her bireye özgüdür (Pascual-Leone ve Johnson, 1991). YOT, uzun süreli bellekte yer alan şemaları işlem özelliklerine göre üçe ayırır: Operasyonel şemalar (frontal lobta bulunur), yürütme şemaları (prefrontal lobta bulunur) ve figüratif şemalar (oksipital, paryetal ya da temporal lobta bulunur). Operasyonel şemalar, fiziksel veya zihinsel dönüşümler gerçekleştirmek gibi prosedürleri temsil eder. Yürütücü şemaları, prosedürler için planları betimlemektedir (Pascual-Leone ve Irwin, 1998; Pascual-Leone & Johnson, 2005). Figüratif şemalar tasvirleri somutlaştırır. Bilişsel psikolojide, figüratif şemalar aynı zamanda bildirimsel (declarative) bilgi (gerçek bilgi), operasyonel şemalar da süreç bilgisi olarak adlandırılır. Şemalar son derece aktif birimlerdir ve her an davranışa dönüşme eğilimindedirler (Pascual-Leone & Goodman, 1979).

Şema teorisi (veya bilgi yapıları) bireylerin davranışlarını açıklamak için tek başına yeterli değildir. Bunlara ek olarak şema aktivasyonunu değiştirebilen veya yeni şema oluşturabilen bir dizi donanım operatörüne ihtiyaç duyulmaktadır (Pascual-Leone & Johnson, 2005). Donanım operatörleri YOT'da organizmik kaynaklar ya da sessiz operatörler olarak da bilinmektedirler. Bu operatörlerin "sessiz" olarak betimlenmesinin sebebi, şemalarda olduğu gibi herhangi bir içeriğe özgü olmamalarından kaynaklanmaktadır. Çünkü şemalar içeriğe göre algısal (figüratif) ya da motor (operasyonel) özelliklere sahip olabilmektedir (Pascual-Leone & Johnson, 2005). Gizli operatörler, şemalardan farklı olarak bireylerin deneyimlerine bağlı değildirler ve yürütücü mekanizma tarafından yalnızca aktivasyon ağırlığını değiştiren ağırlıklandırma veya yükseltme sistemleri olarak tanımlanabilirler (De Ribaupierre, 1975). Şemaların kontrolü veya kullanımı için uygulanan mental çaba, YOT'da "donanım" olarak düşünülür ve mental dikkati oluşturmaktadır. YOT, mental dikkat

operatörleri olarak adlandırılan ve dört farklı türde organizmik kaynak arasındaki etkileşimden kaynaklanan merkezi bir dikkat mekanizmasını (çalışma hafızasının ana belirleyicisi) öngörür. Pascual-Leone ve Johnson'ın (2001) belirttiği üzere mental dikkat, dört kaynaktan oluşur; M-operatörü, I -operatör, E ve F-operatörüdür ve bunlar birlikte çalışırlar. M-operatörü (mental operatör), mental kapasite olarak bilinir ve etkinlikle alakalı şemaların aktivasyon ağırlığını artırabilecek sınırlı bir kaynaktır. Bu operatör aksi halde yani etkinliği azaltma anlamında aktif değildir. Bu operatör, ilgili şemaları aktif hale getirmek için uygulayabilecek sınırlı miktarda zihinsel enerji veya çabayı ifade eder (mental energy or effort.). Bir kişinin mental kapasitesi, bir defada aktif olarak aklında tutabileceği şemaların maksimum sayısı olarak ölçülür. I-operatörü (inhibisyon, dikkati kesme), etkinlikle alakasız şemaların aktivasyon seviyesini engeller veya azaltır. Bu operatör, bu şemalar için etkinleştirme düzeyini düşürerek görevin tamamlanmasını zayıflatan alakasız şemaları engeller. Başarılı görev performansına zarar veren gereksiz şemalar, genellikle önceki öğrenim veya deneyimler nedeniyle harekete geçirilir. M-operatörünün ve I-operatörün birbirine paralel olarak sürekli çalıştığı düşünülmektedir. E-operatörü (yönetici) sırasıyla, M ve I operatörlerinin ilgili veya ilgisiz şemalara lokasyonunu yönlendiren, baskın bir yürütme seti grubundan oluşur. Başka bir ifade ile hedeflerin başarıyla tamamlanması için kullanılan stratejilerden ve planlardan oluşur (Pascual-Leone ve Johnson, 1991). F-operatörü (alan), zihinsel dikkat alanını düzenlemeye yardımcı olur. Bu operatör, görevi basitleştirmeye yardımcı olur, böylece görev çok sayıdaki bilgi parçasından birleşik bir yapıya dönüştürülür. Bu sadeleştirme, belirli şemaların kullanımını değiştirebilir (örneğin, şemaların sayısını azaltabilir) ve bu şekilde en basit ve en etkili bir şekilde performansın gerçekleşmesine katkıda bulunur. Bu operatör aynı zamanda aktivasyon alanındaki belirli şemaların etkinleştirme ağırlığını, ipucunun miktarı ile orantılı olarak artırarak bu yaparken de yukarıda belirtilen minimum prensibine uygun davranacaktır. Hem verilen etkinlikle alakalı şemaları etkinleştiren hem de F operatörü tarafından aktivasyon ağırlığı artan şemaların olduğu durumlara F-kolaylaştırıcı durumlar denirken; hem görevle ilgisiz şemaları etkinleştiren ve F operatörü tarafından aktivasyon ağırlığı artırılan şemaların olduğu durumlara F-yanıltıcı durumlar adı verilmektedir. Görüldüğü üzere bu yapı Witkin tarafından açıklanan alan bağımlı-bağımsız bilişsel stiller yapısı ile benzerlik göstermektedir (De Ribaupierre,1975).

YOP'da, yukarıda belirtilen merkezi dikkat mekanizmasını oluşturan gizli operatörlerin dışında farklı gizli operatörler de bulunmaktadır. Bunlardan ilk ikisi öğrenme operatörleri olarak adlandırılan L ve C operatörleridir. Bu operatörler Pascual-Leone ve Goodman'ın (1979) tarafından detaylı olarak açıklanmıştır. Onlara göre bu operatörler vasıtasıyla iki tip öğrenme çeşidi oluşmaktadır. Bunlar L öğrenme ve C öğrenmedir.

L öğrenme operatörü, mantıksal yapıları oluşturarak ve bunları kullanarak gerçekleşen öğrenme sürecini düzenlemektedir. Bu operatör, bilişsel gelişim için önemlidir. Çünkü:

- Karmaşık hiyerarşik yapılar, L operatör aracılığıyla inşa edilebilir.
- Chunking adı verilen yapılar, L operatör tarafından oluşturulur. Bu yapılar, birkaç şemanın işlevsel olarak eşdeğer tek bir üniteye tekrar kodlanmasıdır.
- L öğrenme ile bireyin, problem çözme sürecinde keşfedilen yeni operasyonları hafızasında düzenlemesini sağlar (Ribaupierre, 1975).

C öğrenme operatörü ile içerik öğrenme yani bireyin şemalarının, deneyimlerinin bir fonksiyonu olarak değiştirilmesini açıklar Deneyim sonucu elde edilen iki şema arasındaki bağlantı tek yönlüdür. Yani iki şema arasındaki bağlantı C öğrenme operatörü yoluyla kurulmuşsa baskın olanın aktivasyonu daima diğer şemanın etkinleştirilmesine neden olmalı, tersi doğru olmamalıdır (Pascual-Leone & Goodman, 1979)

Bir başka sessiz operatör; A, organizmanın duygu ve ihtiyaçlarını temsil eder. Buna göre, organizmanın mevcut ihtiyaçlarını veya arzularını belirli bir anda yerine getirme potansiyeline sahip olan şemaları aktivasyon ağırlıklarının A operatörü vasıtasıyla arttırılacağı düşünülmektedir.

Yukarıda belirtildiği gibi, YOP, bireylerin zihinlerindeki yazılım ve donanım operatörleri arasındaki etkileşimleri araştırmak için kullanılmıştır. Bu operatörlerin nasıl geliştiğini ve etkileşimlerini anlamak, eğitim faaliyetlerin tasarımında önemlidir. Çünkü bu konudaki bilgiler öğrencilerin öğrenmesini kolaylaştıracak eğitim ortamlarının oluşturulmasında rehber niteliğinde olacaktır. Deneysel anlamda üzerinde en fazla araştırma yapılan donanım operatörü M operatördür. Bu araştırmanın da odağında yer alan bu operatör yukarıda da belirtildiği gibi mental güç ya da mental kapasite (mental dikkat kaynağı) olarak isimlendirilmektedir.

2.2.3.Mantıksal Düşünme Yeteneği İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Yukarıda belirtildiği gibi soyut işlemler döneminde gelmiş olan bireylerin değişkenlerin teşhisi ve kontrolü, orantısal akıl yürütme, olasılıklı akıl yürütme, ilişkisel akıl yürütme ve birleşik akıl yürütme gibi mantıksal düşünme işlemlerini yapabilmeleri gerekmektedir. Bu amaçla araştırmacılar gerek ilköğretim gerekse ortaöğretim ve yükseköğretim düzeyinde bu mantıksal düşünme yeteneğini ölçebilecek çeşitli testler geliştirmiş ve bu yeteneğin fen başarısı, çeşitli bilişsel değişkenler ile olan ilişkisini incelemişlerdir. Mantıksal düşünme yeteneği (MDY) ile ilgili gerek yurt içindeki gerekse yurt dışındaki alanyazın incelendiğinde, bu alanla ilgili yapılan ilk çalışmaların çeşitli öğretim seviyelerinde öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerini belirlemeye yönelik olduğu görülmektedir. Bu çalışmalar neticesinde ortaokul, lise düzeyinde soyut işlemler döneminde olan öğrencilerin oranının oldukça düşük olduğu görülmektedir (Özsevgeç, 2002; Valanides, 1996, 1997). Daha sonraki yıllardaki araştırmalar MDY'nin akademik başarıyla olan ilişkisini ortaya koymaktadır. Bu çalışmalarda MDY'nin özellikle fen başarısının en büyük yordayıcısı olduğu görülmektedir. MDY'nin fen başarısı ile ilişkisini araştıran çalışmalar incelendiğinde ise fen başarısının çeşitli öğrenim kademelerindeki öğrencilerin dönem sonunda fen dersinden aldığı notları, ulusal sınavlardaki fen bölümünden alınan puanları (Aksu & Berberoglu, 1991; Güler, 2010; Göçer, 2014; Hinojosa, 2015; Mwamwenda, 1993; Moody, 1990; Vadapally, 2014; Valanides, 1997); fen konularına ilişkin problem çözme becerileri (Adigwe, 1993; Ateş & Çataloğlu 2007; Cavallo, 1996; Koray & Azar, 2008; Liberman & Hudson, 1979; Niaz & Lawson, 1985; Niaz & Robinson, 1993; Temel, 2010); kavramsal anlama düzeyleri (Abraham & Williamson, 1994; Ateş & Çataloğlu 2007; 2002; Cavallo, 1996; Gabel, Samuel & Humm, 1987; Kwon & Lawson, 2000; Steer, Mccornell, Owens, 2006; Niaz & Robinson, 1993; Tekkaya & Yenilmez, 2006; Yenilmez, Sungur, Tekkaya, 2006; Ünal, Bayram & Sökmen, Coletta & Phillips, 2005; Sökmen & Bayram, 1999) ya da bilimsel süreç becerileri (Lawson, Nordland & Devito, 1975; Tobin & Capie, 1982a) olarak tanımlandığı görülmüştür. Bu çalışmalara ek olarak öğrencilerin MDY'nin alan bağımlı/bağımsız bilişsel stilleri (Chandran, Treagust & Tobin, 1987; Griffin, 1997; Kwon & Lawson, 2000; Kang & diğerleri, 2005; Lawson, 1983; Niaz, 1989; Stamovlasis, Tsitsipis & Papageorgiou, 2009); mental kapasiteleri (Boujaoude, Salloum & El-Khalick, 2004; Kwon & Lawson, 2000; Griffin, 1997; Lawson, 1983; Chandran, Treagust & Tobin, 1987); uzamsal yetenekleri (Delialioğlu, 1996; Devetak & Glazar, 2009; Kayhan, 2005; Piburn, 1980; Kwon & Lawson, 2000) gibi bilişsel değişkenlerle olan ilişkilerinin

araştırıldığı çalışmaların olduğu da görülmektedir. Bu çalışmaların büyük bir çoğunluğunda ise MDY'nin cinsiyet değişkeni açısından nasıl değişiklik gösterdiği araştırılmaktadır (Ergün, 2013; Douglas & Wong, 1977; Göçer, 2014; Karplus vd., 1977; Kılıç & Sağlam, 2009; Koray & Azar, 2008; Kıncal & Yazgan, 2014; Meehan, 1984; Moody, 1990; Özsevgeç, 2002; Valanides, 1996; Yaman, 2005; Yenilmez, Sungur, Tekkaya, 2006).

Yukarıdaki çalışmalara ek olarak yapılan bazı çalışmalar, bu yeteneğin çeşitli öğretimsel faaliyetler ile geliştirilebilir nitelikte olduğunu (Aka, 2012; Bozdoğan, 2007; Jensen, 2008; Johnson & Lawson, 1998; Marušić –Sliško, 2011; Monteyne, 2004; Shayer & Adey, 1992; Sert Çıbık, 2006; Saunders & Shepardson, 1987; Yaman, 2005; Yüksel & Ateş, 2017) ortaya koymuş ve aynı zamanda yapılacak faaliyetlerin niteliklerini (Daempfle, 2006) de açıklamaktadır.

Aşağıda öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneği ile fen başarısı arasındaki ilişkilerin araştırıldığı çalışmaların yanı sıra cinsiyet grupları arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar kronolojik sıra ile açıklanmıştır. Mantıksal düşünme yeteneğinin diğer bilişsel değişkenlerle olan ilişkisini araştıran çalışmalara Bölüm 2.2.6.'da yer verilmiştir.

Douglas ve Wong (1977) çalışmalarında, yaşları 13 ile 15 arasında değişen Amerikalı ve Çinli gençlerin MDY'lerini karşılaştırmıştır. Aynı zamanda cinsiyet değişkeni açısından öğrencilerin MDY'deki değişimleri incelemiştir. Bu çalışmada öğrencilerin MDY'lerini ölçmek için Piaget tarafından kullanılan 3 tane soyut işlemler dönemi etkinliği kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre, Amerikalı öğrencilerin Çinli öğrencilere göre MDY ortalamaları istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu görülmektedir. Cinsiyet değişkeni açısından da erkek öğrencilerin puan ortalamaları kız öğrencilere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Araştırmada en düşük puanları Çinli kız öğrencilerin aldığı görülmektedir.

Karplus ve diğerleri (1977) çalışmalarının bir alt problemi olarak yaşları 13-15 arasında değişen 7 farklı ülkedeki (İsveç, İtalya, Danimarka, Amerika, Avusturya, Almanya İngiltere) yaklaşık 3600 öğrencinin orantısal akıl yürütme ve değişkenlerin kontrolü yeteneklerinin öğrencilerin cinsiyetleri ile olan ilişkisi incelenmiştir. Araştırmada öğrencilerin orantısal akıl yürütme yeteneğini ölçmek için, Karplus, Karplus ve Wollman (1974) tarafından geliştirilen Kâğıt katlama etkinliği; değişkenlerin kontrolünü değerlendirmek için Wollman (1975'den akt. Karplus ve diğerleri, 1977) tarafından kullanılan etkinlik kullanılmıştır. Bu etkinlikte öğrencilerden küre ağırlığı ve serbest bırakma yüksekliğinin bağımlı değişkene etkisini

bulmaları istenmektedir. Araştırma sonuçlarına göre orantısal akıl yürütme yeteneği açısından erkek öğrencilerin kız öğrencilerden daha iyi oldukları; değişkenlerin kontrolü yeteneği açısından cinsiyetin etkisin orantısal akıl yürütmede olduğu kadar büyük olmadığı görülmektedir.

Liberman ve Hudson (1979) çalışmalarında, üniversite öğrencilerinin MDY ve fizik dersi başarıları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırmada öğrencilerin MDY'ni belirlemek için Toblinson-Keasy ve Campbell (1977'den akt. Liberman & Hudson, 1979) tarafından geliştirilen test kullanılmıştır. Bu test ilişkisel akıl yürütme, değişkenlerin teşhisi, sözlü analogi, prensiplerin soyutlanması, olasılıksal akıl yürütmeye ilişkin sorulardan oluşmaktadır. Öğrencilerin fizik ders başarıları ise problem çözme sorularından oluşan çoktan seçmeli test formundaki dönem sonu final sınavlarından aldıkları notları kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre öğrencilerin MDY ile fizik başarıları arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde bir ilişki bulunmaktadır.

Roberge ve Flexer (1979) çalışmalarında, 8. Sınıf öğrencileri ve yaşları 22-48 arasında değişen bir grup yetişkinin MDY'lerini incelemişlerdir. Araştırmada bireylerin MDY'ni ölçmek için 3 tane soyut işlem dönemi testi kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre yetişkinlerin MDY'leri 8. sınıf öğrencilerine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha büyük olduğu görülmektedir.

Lawson, Nordland ve Devito (1975) çalışmalarının bir alt problemi olarak üniversite öğrencilerinin MDY ile bilimsel süreç bilgisi ve fen başarıları arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu çalışmada öğrencilerin MDY, Piaget tarafından kullanılan 4 etkinlik ile (hacmin korunumu, değişkenlerin tespiti, kontrolü, ilgisiz olan değişkenlerin tespiti) ölçülmüştür. Bu çalışmada öğrencilerin başarıları hem üniversite giriş sınavında fen bölümünden alınan puanları hem de üniversite not ortalaması alınarak beirlenmiştir. Öğrencilerin bilimsel süreç bilgisi ise Wisconsin Bilimsel Süreç Ölçeği (WISP) ile ölçülmüştür. Tobin ve Capi bu ölçeğin bilimsel süreç becerilerini ölçmekten ziyade bilimsel okuryazarlığı ölçtüğünü belirtilmektedir. Araştırma bulgularına göre öğrencilerin MDY'ne ilişkin hem etkinliklerden ayrı ayrı aldıkları puanlar ve hem de toplam alınan puanlar ile öğrencilerin fen başarıları ve bilimsel süreç becerileriyle ilgili bilgileri arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde bir ilişki bulunmaktadır.

Tobin ve Capie (1982a) çalışmalarının bir alt problemi olarak ortaokul öğrencilerinin bütünleştirilmiş süreç becerilerinin (BSB) geliştirilmesine yönelik verilen bir eğitimden

sonra, bütünleştirilmiş bilimsel süreç becerileri (değişkenlerin kontrolü, hipotez kurma, operasyonel tanımlama vb) ile MDY arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırmada öğrencilerin MDY'leri Mantıksal Düşünme Yetenek Testi (MDYT, Tobin & Capie, 1981) ile BSB ise 24 sorudan oluşan çoktan seçmeli bir test ile ölçülmüştür (Tobin ve Capie, 1982b). Araştırmada öğrencilere, uygulama başlamadan önce MDYT uygulanmış, uygulama bitiminde bütünleştirilmiş bilimsel süreç beceri testi uygulanmıştır. Testin uygulanmasından 4 hafta sonra aynı test tekrar uygulanmıştır. Araştırmada yapılan regresyon analizi sonuçlarına göre hem uygulama sonrası hem de kalıcılığı test etmek için uygulanan ikinci ölçüm sonucunda BSB'yi istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde yordayan ve en büyük katsayıya sahip olan değişken MDY olarak bulunmuştur. MDY uygulama sonrası yapılan teste BSB'ndeki varyansın %32'sini kalıcılık testindeki BSB varyansının %41'ini açıklamaktadır.

Meehan (1984) çalışmasında 1965 ile 1984 yılları arasında MDY ile ilgili olarak yapılmış toplam 53 araştırmanın bulgusunu metaanaliz yöntemi ile analiz ederek cinsiyetin MDY üzerindeki rolünü araştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre önermeli mantık, kombinasyonel akıl yürütme ve oransal akıl yürütme yetenekleri açısından erkekler kız öğrencilere istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek puanlara sahip olduğu görülmektedir. Etki büyüklüğü açısından bu etki küçük etki kategorisinde yer almaktadır.

Niaz ve Lawson (1985) çalışmalarında üniversite öğrencilerinin deneme yanılma yöntemi kullanarak kimyasal eşitlik problemlerinin çözümüne ilişkin başarıların MDY'nin rolü ve aynı zamanda soru çözümlerindeki işlem basamağı arttıkça öğrenci başarısındaki mental kapasitenin etkisini araştırmışlardır. Öğrencilerin MDY'i Lawson Mantıksal Düşünme Sınıf Testi (Lawson,1978), mental kapasiteleri Şekil Kesişim Testi (Pascual-Leone and Burtis 1974) ile kimyasal eşitliklerle ilgili problem çözme yetenekleri ise 5 farklı kimyasal eşitlik sorusu ile ölçülmüştür. İlk sorunun çözümü için 1 adım yeterli iken, ikinci sorunun çözümü 2 ve sırasıyla diğer soruların çözümü artan karmaşıklığa sahiptir. Çalışmada aynı zamanda öğrencilerin alan bağımlı/bağımsız bilişsel stilleri de ölçülmüştür. Bunun için Grup Saklı Figürler Testi (Witkin vd., 1971) kullanılmıştır. Eşitlik 1 ve 5 için yapılan regresyon analizleri neticesinde araştırmanın hipotezini desteklendiği belirtilmektedir. Tek adımlı bir soru olan 1. Eşitlik probleminin en büyük yordayıcısı MDY iken (mental kapasite ve bilişsel stiller denklemde yer alamamıştır); 5. eşitlik probleminin en büyük yordayıcısı mental kapasite bulunmuştur. Bu denklemde MDY de yer almaktadır.

Gabel, Samuel ve Humm (1987) çalışmalarında öğretmen adaylarının MDY, uzamsal yetenekleri ve daha önce katıldıkları kimya ve matematik derslerinin sayısının maddenin tanecikli yapısına ilişkin kavramsal anlama düzeylerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmada öğrencilerin MDY’i MDYT (Tobin & Capi, 1981) ile; uzamsal yetenekleri Uzamsal Görselleştirme Testi (Guay, Daniel, 1978’den aktaran Gabel vd.,1987), maddenin tanecikli yapısına ilişkin kavramsal anlama düzeyleri 14 sorudan oluşan bir ölçek ile değerlendirilmiştir. Yapılan regresyon analizi neticesinde öğrencilerin MDY ve katılmış oldukları kimya ders sayısı öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinin istatistiksel olarak anlamlı yordayıcıları olarak bulunduğu görülmektedir. MDY, kavramsal anlama üzerindeki varyansın %22.8’ini açıklarken, kimya ders sayısı %4’lük bir varyans açıkladığı belirtilmektedir.

Chandran, Treagust ve Tobin (1987) başlıklı çalışmada lise öğrencilerinin MDY, ön bilgi, alan bağımlı / bağımsız bilişsel stilleri ve mental kapasite olarak belirlenen 4 bilişsel faktörün, laboratuvar uygulaması, kimyasal hesaplamalar ve içerik bilgisi testleri ile ölçülen kimyadaki başarısı üzerine olan rolünü araştırmışlardır. Araştırmada çoklu regresyon ve yol analizi kullanılmıştır. Araştırmada MDY’yi ölçmek için Tobin ve Capie (1981) tarafından geliştirilen MDYT’yi; bilişsel stilleri ölçmek için Gizli Figürler Testi’ni (Hidden Figures Test, Educational Testing Service, 1966); mental kapasiteyi ölçmek için Burtis ve Pasual-Leone (1974) tarafından geliştirilen Şekil Kesişim Testi’ni kullanmışlardır. Yapılan çoklu regresyon analizi sonucunda sadece mantıksal düşünme yeteneği ve ön bilgi öğrencilerin kimya başarısında istatistiksel olarak önemli bir varyansı açıklayarak regresyon denkleminde yer almıştır. Bilişsel stiller ve mental kapasitenin denklemde yer almaması alanyazın ile uyumsuzdur. Bu durum araştırmacılar tarafından yeterli istatistiksel gücü sağlayan bir örneklemin kullanılmaması ile açıklanmaktadır

Saunders ve Shepardson (1987) çalışmalarında, 6. sınıf öğrencilere uygulanan somut içerikli ve soyut içerikli öğretim yöntemlerinin öğrencilerin MDY ve fen başarısı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Araştırmada öğrencilere uygulan soyut içerikli öğretim yöntemi daha çok tartışma, sözlü sınavlar, yazılı ödevler, okuma ödevleri, filmler, yazılı testler ve sınavlar gibi sözlü ve yazılı dile vurgu yapan yöntemlerdir. Somut içerikli öğretim ise öğrenme halkası yaklaşımını esas alan uygulamalı etkinliklerin olduğu öğretim şeklidir. Araştırmada öğrencilerin MDY’leri Mantıksal Düşünme Sınıf Testi (Lawson, 1978); fen başarıları 6. sınıf fen müfredatındaki tüm kazanımları kapsayacak şekilde hazırlanan çoktan seçmeli bir test ile

ölçülmüştür. Araştırma bulgularına göre öğrenme halkasının uygulandığı grubun hem MDY hem de fen başarısı ortalamaları diğer gruba göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirtilmektedir.

Aksu ve Berberoglu (1991) “Mantıksal düşünmenin belli değişkenlere göre İncelenmesi” başlıklı çalışmalarının alt problemlerinden birisinde, üniversite öğrencilerinin MDY’leri ile cinsiyet, okul başarısı ve üniversiteye giriş puanları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Araştırmada öğrencilerin MDY’leri, Mantıksal Düşünme Grup Testi (Roadranga, Yeany ve Padilla,1982) ile ölçülmüştür. Araştırma bulgularına göre öğrencilerin MDY ile öğrencilerin okul başarısı ve üniversiteye giriş puanı arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde bir ilişkinin olduğu belirtilmektedir. Aynı zamanda erkek öğrencilerin puanı kızlara göre istatistiksel olarak anlamlı bir düzeyde daha yüksek olduğu görülmektedir.

Shayer ve Adey (1992) çalışmalarında erken ergenlerin bilişsel gelişim oranlarını hızlandırmayı amaçlayan fen eğitimi bağlamında iki yıllık müdahale programı (Cognitive Acceleration through Science Education-CASE) oluşturmuşlardır. MDY’yi geliştirmeyi amaçlayan iki yıllık bir müdahale programının bitiminden sonra başlangıçta 12 yaşında olan öğrencilerin başarısını İngiltere’de yapılan ulusal bir sınav ile test etmişlerdir (the General Certificate of Secondary Education-GCSE). Ek olarak uygulama bitiminden 1 yıl sonrada kalıcılık testleri yapılmıştır. Bu çalışmada öğrencilerin MDY’yi ölçmek için Piaget tarafından kullanılan formal işlemler etkinlikleri kullanılmıştır. Araştırmada, deney grubundaki sınıflara, 2 yıllık bir süre boyunca 10 günde 1, fen dersi süresinin yaklaşık dörtte birini kullanarak çeşitli fen aktiviteleri yaptırılmıştır. CASE programının teorik temelleri kısmen Piaget’e dayanmaktadır çünkü öğrencilerde ilk önce bilişsel karmaşa yaratarak, daha sonra değişkenlerin tespiti ve kontrolü, orantısal akıl yürütme, korelasyonel akıl yürütme gibi soyut işlemler dönemindeki muhakeme yapılarını yapılandırarak dengeye ulaştırmaya odaklanılmıştır. Yöntem eşit oranda Vygotskyan bir yöne sahiptir çünkü üstbilişsel yansıtma ve dilin dikkatli kullanımı vasıtasıyla akıl yürütmenin sosyal olarak yapılandırılması sağlanmaya çalışılmıştır. Bu iki teorinin birleşimi ile CASE’de kullanılan yöntemin 5 temel noktası bulunmaktadır. Bunlar; somut hazırlama, bilişsel karmaşa, yapılandırma ve üst biliş ve en son olarak köprüleme olarak ifade edilmektedir. İki yıllık eğitimden sonra deney grubu öğrencilerin girdikleri ulusal sınavda sadece fen başarıları değil, matematik ve İngilizce

başarıları da kontrol grubu öğrencilerine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu görülmektedir.

Adigwe (1993) çalışmasının bir alt problemi olarak lise öğrencilerinin MDY ile sitokiyometri konularına ilişkin problem çözme becerileri arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Bu araştırmada öğrencilerin MDY'leri MDYT (Tobin & Capie, 1981) ile ölçülmüştür. Yapılan analizler sonucunda öğrencilerin MDY ile öğrencilerin sitokiyometri problemlerinin çözme becerisi arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ve pozitif yönde bir ilişkinin olduğu belirtilmektedir.

Mwamwenda (1993a) başlıklı çalışmasında, üniversite öğrencilerinin akademik başarıları ile MDY arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Araştırmada öğrencilerin MDY'lerini ölçmek için 3 tane formal operasyon etkinliği kullanılmıştır (önermesel akılyürütme, orantısal akıl yürütme, ilişkisel akıl yürütme). Araştırma bulgularına göre öğrencilerin MDY puan ortalamaları ile akademik başarı puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak pozitif yönde anlamlı bir ilişkinin olduğu görülmektedir.

Niaz ve Robinson (1993) çalışmalarında üniversite öğrencilerinin algoritmik stratejiler gerektiren ve kavramsal anlama gerektiren problemlerin çözümüne ilişkin başarılarının MDY, mental kapasite ve alan bağımlı/bağımsız bilişsel stiller değişkenleri açısından incelemişlerdir. Araştırmada öğrencilerin MDY'leri Mantıksal Düşünme Grup Testi (Roadranga vd., 1982); mental kapasiteleri Şekil Kesişim Testi (Pascual-Leone & Burtis 1974); bilişsel stilleri Grup Saklı Figür Testi (Witkin vd., 1971) ile ölçülmüştür. Yapılan regresyon analizi neticesinde algoritmik stratejiler gerektiren problemlerin çözümünün en büyük yordayıcı değişkeni MDY olduğu, kavramsal anlama gerektiren soruların en büyük yordayıcısı sorudan soruya değişiklik gösterdiği belirtilmektedir.

Abraham ve Williamson (1994) çalışmasında lise 1, 3 ve 4, üniversite 1. Sınıf öğrencilerinin belirlenen bazı kimya kavramlarını anlama düzeylerine sınıf seviyesinin ve MDY'nin etkisi olup olmadığının araştırmışlardır. Öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri iki farklı etkinlik ile ölçülmüştür. Bunlar: (a) Bay Tall isimli oran etkinliği (Karplus & Peterson, 1970'den aktaran Abraham ve Williamson, 1996), ve (b) Harf Etkinliği isimli ilişkisel mantık etkinliğidir (Behinaein, 1970'den aktaran Abraham ve Williamson, 1994). Öğrencilerin seçilen 5 kavrama (kimyasal değişim, çözünme, kimyasal denklemlerde atomların korunumu, periyodik sistem, hal değişimi) yönelik kavramsal anlamaları açık uçlu sorularla ölçülmüştür. Yapılan analizler neticesinde MDY'nin sadece, kimyasal

denklemlerde atomların korunumu, periyodik sistem konularının kavramsal olarak anlaşılmasında istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir.

Delialioğlu ve Aşkar (1996) çalışmalarında, lise öğrencilerinin mantıksal düşünme yetenekleri, matematik becerileri, uzamsal yetenekleri ile fizik başarıları arasındaki ilişkiyi inceleyerek ve bu bağımsız değişkenlerin fizik başarısına olan katkılarını araştırmıştır. Araştırmacılar öğrencilerin fizik başarılarını 25 sorudan oluşan çoktan seçmeli bir test; MDY'lerini MDYT; uzamsal yeteneklerini (uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme) Küp Karşılaştırma Testleri (uzamsal yönelim) ve Kağıt Katlama ve Yüzey Oluşturma Testlerinden (uzamsal görselleştirme) oluşan uzamsal yetenek testleri ile değerlendirmiştir. Yapılan analizler neticesinde MDY'nin diğer değişkenlerle birlikte fizik başarısının anlamlı yordayıcıları olduğu görülmektedir.

Cavallo (1996) çalışmasında lise öğrencilerinin genetik konuları kavramsal anlama düzeyleri ve genetik konuları ile ilgili problem çözme yetenekleri ile öğrencilerin MDY'leri ve öğrenme yaklaşımları (anlamlı, ezbere) arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışmada öğrencilerin MDY'yi Lawson Mantıksal Düşünme Sınıf Testi (Lawson, 1978) ile ölçülmüştür. Yapılan regresyon analizi neticesinde öğrencilerin genetik konuları kavramsal anlama düzeylerinin en büyük yordayıcısı anlamlı öğrenme yaklaşımı olurken; genetik konuları ile ilgili problem çözme yeteneklerinin en büyük yordayıcısı MDY'nin olduğu belirtilmektedir.

Valanides (1996) çalışmasında 12-14 yaşlarındaki öğrencilerin MDY'lerini belirlemeyi ve cinsiyet değişkeninin açısından MDY'nin değişip değişmediğini araştırmıştır. Araştırmada öğrencilerin MDY, MDYT ile (Tonin & Capi, 1981) ile ölçülmüştür. Yapılan çalışmada 12-14 yaşlarında olan öğrencilerin büyük bir kısmının soyut işlemler döneminde sahip olması beklenen becerelere sahip olmadığı belirtmiştir. Bu öğrencilerin% 64.6'sı somut işlemsel yeteneklere sahip olduğu belirtilmektedir. Cinsiyet açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmektedir.

Griffin (1997) çalışmasında öğretmen adaylarının MDY'leri, çalışma hafızası kapasiteleri, sözel zekâları ve bilişsel stiller değişkenleri ile kuvvet, ısı, ışık ve elektrik konularına ilişkin sorulardan oluşan kavramsal anlama değişkeni arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Bu çalışmada öğrencilerin MDY'leri, Mantıksal Düşünme Sınıf Testi (Lawson, 1978); çalışma hafızası kapasiteleri, Şekil Kesişim Testi (Burtis & Pascual-Leone, 1974), bilişsel stilleri Grup Saklı Figür Testi (Witkin vd., 1971) ile ölçülmüştür. Yapılan analiz sonucundaki regresyon

eşitliğinde MDY ve sözel zekâ yer alırken diğer değişkenler denklemde yer almamıştır. Araştırmacı bilişsel stiller ve çalışma hafızasının denklemde yer almama sebebini örneklemin yetersiz olması ile ilişkilendirmektedir.

Valanides (1997) çalışmasında bir alt problem olarak lise öğrencilerinin MDY ve fizik, kimya, biyoloji derslerindeki başarıları arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Araştırmada öğrencilerin MDY'leri MDYT (Tobin & Capi, 1981) ile ölçülmüştür. Araştırma sonucunda yapılan regresyon analizi sonucunda öğrencilerin MDY'leri fizik başarısındaki varyansın %21'ini, kimya başarısındaki varyansın %13'ünü açıklamaktadır.

Johnson ve Lawson (1998) başlıklı çalışmalarında üniversite öğrencilerin ön bilgi ve MDY değişkenlerinin farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı (geleneksel- araştırma sorgulamaya dayalı öğretim yöntemleri) sınıflardaki başarıyı yordama düzeylerini araştırmıştır. Araştırmacılar bu çalışmada, geleneksel öğretim yöntemleri öncelikle kavramlara ve olgulara odaklanacağı için, bu yöntemin uygulandığı sınıflarda başarının en büyük yordayıcısı öğrencilerin ön bilgileri; araştırma sorgulamaya dayalı öğretimin yapıldığı sınıflarda ise daha çok bilimin süreçlerine odaklanacağı için, bu sınıflarda başarının en büyük yordayıcısı muhakeme yeteneğinin olacağına ilişkin hipotezlerini test etmişlerdir. Araştırmada öğrencilerin MDY'leri, değişkenlerin kontrolü ve orantısal akıl yürütme yeteneğini içeren 2 soru ile ölçülmüştür. Ön bilgileri ise biyoloji konularına ilişkin çoktan seçmeli ve doğru/yanlış formundaki 15 soru ile ölçülmüştür. Öğrenci başarısı ise öğrencilerin dönem içinde yapılan vize ve quizler ile final sınavlarından aldıkları notlar olarak değerlendirilmiştir. Aynı zamanda öğrencilerin daha önce katıldığı biyoloji kurslarının sayısı da ön bilgileri olarak düşünülmüştür. Yapılan analizler sonucunda hem geleneksel hem de araştırma sorgulamaya dayalı öğretimin yapıldığı sınıflarda başarının en büyük yordayıcısının MDY olduğu belirtilmektedir. MDY geleneksel öğretimin yapıldığı sınıflarda başarının % 18.8'ini, araştırma sorgulamaya dayalı öğretimin yapıldığı sınıflarda başarının %7.2'sini yordadığı görülmektedir.

Sökmen ve Bayram (1999), “Lise 1. Sınıf Öğrencilerinin Temel Kimya Kavramlarını Anlama Düzeyleriyle Mantıksal Düşünme Yetenekleri Arasındaki İlişki” başlıklı çalışmalarının bir alt problemi olarak lise öğrencilerinin kimyasal kavramları anlama düzeyleri ile MDY'leri arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırmada öğrencilerin MDY'leri Tobin ve Copie (1981) tarafından geliştirilen MDYT ile ölçülürken, kimya kavramlarını anlama düzeyleri hem çoktan seçmeli hem de açık uçlu sorulardan oluşan Bilimsel Başarı

Testi (BBT) ile ölçülmüştür. Yapılan regresyon analizinde öğrencilerin MDY ve okul türü değişkeninin kimya kavramsal anlama düzeyleri üzerinde yordayıcı etkisi istatistiksel olarak anlamlı etkisinin olduğu görülmektedir. Ek olarak öğrencilerin kimya kavramlarını anlama düzeyleri üzerindeki varyansın %50'sinin MDY ile açıklandığı belirtilmektedir.

Ünal, Bayram ve Sökmen (2002), “Fen Bilgisi Dersinde Temel Kimya Kavramlarının Kavramsal Olarak Öğrenilmesinde Öğrencilerin Mantıksal Düşünme Yeteneklerinin ve Öğretim Yönteminin Etkisi” başlıklı çalışmalarının bir alt problemi olarak yedinci sınıf öğrencilerinin MDY'lerinin bazı kimya kavramlarını kavramsal olarak anlam düzeylerine olan etkisi araştırılmıştır. Araştırmada öğrencileri MDY'leri Tobin ve Copie (1981) tarafından geliştirilen MDYT ile ölçülürken, kimya kavramlarını anlama düzeyleri hem çoktan seçmeli hem de açık uçlu sorulardan oluşan Bilimsel Başarı Testi (BBT) ile ölçülmüştür. Yapılan regresyon analizinde öğrencilerin MDY'nin ve uygulanan öğretim yönteminin (öğrenme halkası) kimya kavramsal anlama düzeyler üzerinde yordayıcı etkisi istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Ek olarak öğrencilerin kimya kavramlarını anlama düzeyleri üzerindeki varyansın %21'i MDY ile açıklandığı belirtilmektedir.

Özsevgeç (2002), “İlköğretim Öğrencilerinin Fen Bilgisi Konularındaki Zihinsel Gelişim Düzeyleri ile Sahip Oldukları Profiller Arasındaki İlişkilerin Tespiti” başlıklı çalışmasının bir alt problemi olarak 7. ve 8. sınıf öğrencilerin zihinsel gelişim düzeylerinin (mantıksal düşünme yeteneği) fen bilgisi dersindeki akademik başarı üzerindeki etkisi ve cinsiyet değişkeni açısından farklılaşıp farklılaşmadığını araştırmıştır. Araştırmada öğrencilerin zihinsel gelişim düzeyleri araştırmacı tarafından geliştirilen Fen Bilgisi Zihinsel Gelişim Testi ile ölçülmüştür. Bu test somut işlemler (sınıflama, sıralama, korunum) ve soyut işlemler döneminin (olasılıklı, oranlı, ilişkisel, hipotetik, kombinezonlu düşünme ve değişkenlerin teşhisi, kontrolü) özelliklerine ilişkin sorulardan oluşmaktadır. Araştırma bulgularına göre, öğrencilerinin %87'sinin somut işlemler, %13'ünün ise formal işlemler döneminde olduğu ifade edilmektedir. Öğrencilerin zihinsel gelişim düzeylerinin akademik başarıları üzerine olan etkisi istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bunun dışında kız ve erkek öğrencilerin zihinsel gelişim düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadığı rapor edilmektedir.

Monteyne (2004) başlıklı çalışmasında üniversite öğrencileri için formal muhakeme temelli sorgulayıcı laboratuvar müfredatı (doğrudan öğretim) ile kavram merkezli genel sorgulama laboratuvarlarının etkinliğini (dolaylı öğretim) kıyaslamayı amaçlamışlardır. Her müfredat

bir dönem boyunca 12 laboratuvar dersi şeklindedir. Bu çalışmada öğrencilerin MDY'leri, belirli bir bağlamda MDY'lerini kullanabilme seviyeleri, kimya kavramlarını anlama ve fene yönelik tutumları ölçülmüştür. Çalışmada öğrencilerin kimya ile ilgili kavramları anlamaları açısından hiçbir farklılık bulunmamıştır. Fene yönelik tutumlar ise deney grubunda daha yüksek seviyededir. Kimya ile ilgili bağlamdan formal muhakemeyi kullanarak transfer etmesi deney grubunda daha etkili olduğu görülmektedir. Kimya ile ilgili olmayan konuların transferinde ise hiçbir farklılık bulunmamıştır.

Coletta ve Phillips (2005) çalışmalarının bir alt problemi olarak üniversite öğrencilerinin mekanik konularındaki temel fizik kavramalarını anlama düzeyleriyle MDY arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Bu çalışmada öğrencilerin MDY'leri Mantıksal Düşünme Sınıf Testi (Lawson, 1978) ile ölçülürken kavramsal anlama düzeyleri Kuvvet Hareket Kavram Testi (FCI) ile ölçülmüştür. Araştırma bulgularına göre öğrencilerin MDY ile temel fizik kavramlarının anlama düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı, pozitif yönde bir ilişki görülmektedir.

Yaman (2005) çalışmasının bir alt problemi olarak sınıf öğretmeni adaylarının mantıksal düşünme yeteneğinin gelişiminde cinsiyetin ve probleme dayalı öğretim yönteminin etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada öğrencilerin mantıksal düşünme düzeylerini belirlemek için Mantıksal Düşünme Grup Testi (Roadranga vd., 1982) kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre uygulanan öğretim yönteminin öğrencilerin MDY puanları üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bunun dışında cinsiyet açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadığı belirtilmektedir.

Steer, Mccornell, Owens (2006) çalışmalarında, üniversite öğrencilerinin mantıksal düşünmelerinin 6 boyutu ve bu boyutların yer bilimleri dersi ile olan ilişkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada öğrencilerin MDY'leri Mantıksal Düşünme Grup Testi ile ölçülmüştür. Araştırma bulgularına göre öğrencilerin bir bölümü (%15) arkadaşlarına göre mantıksal düşünmenin korunum, olasılıksal akıl yürütme ve ilişkisel akıl yürütme boyutlarında daha düşük puan almışlardır. Bu öğrencilerin yer bilimleri dersinden gerek özetleyici (summatif) gerekse biçimlendirici (formatif) değerlendirme sonucunda aldıkları puanlar da aynı sınıftaki arkadaşlarına göre daha düşüktür. Araştırmacılar bu durumu şöyle açıklamışlardır: Korunum becerisine sahip olmayan öğrenciler, bir cisim şeklini değiştirmenin kütleini değiştireceğini düşünmektedirler. Korunum yeteneği, su döngüsü ve kaya döngüsü ile ilgili kavramları ve süreçleri kavramak için gerekmektedir. Olasılıkla ilgili

akıl yürütme becerilerine sahip olmayan öğrenciler, temel matematiğin ötesine geçerek temel ilkelerin kavramsal anlayışına geçmek konusunda daha fazla sorun yaşamaktadırlar. Bu öğrenciler problemleri çözmek için formülleri kullanmayı istemektedirler. İlişkisel akıl yürütme becerisine sahip olmayan öğrenciler ise plaka sınırlarının çeşitli özelliklerini (depremler, yanardağlar, dağların oluşumu) ve bu olaylara neden olan süreçlerle olan ilişkiyi kurmakta zorluk yaşadıkları belirtilmektedir. Sonuç olarak korunum, olasılıksal ve ilişkisel akıl yürütme becerileri yer bilimleri dersinde başarılı olmak için gerekli beceriler olarak görülmediği ifade edilmektedir.

Tekkaya ve Yenilmez (2006) çalışmalarında 8. sınıf öğrencilerinin MDY'leri ve öğrenme yaklaşımlarının fotosentez ve solunum konularının kavramsal anlamasına olan etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada öğrencilerin mantıksal düşünme düzeylerini belirlemek için Mantıksal Düşünme Yetenek Testi (Tobin & Capi, 1981), kavramsal anlama düzeylerini belirlemek için iki aşamalı kavramsal anlama testi (Haslam ve Treagust, 1987), öğrenme yaklaşımlarını (anamlı-ezbere) belirlemek için Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği (Cavallo, 1996) kullanılmıştır. Yapılan regresyon analizinde öğrencilerin MDY'nin ve anlamlı öğrenme yaklaşımının fotosentez ve solunum konularının kavramsal anlama düzeyleri üzerinde yordayıcı etkisi istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Ek olarak öğrencilerin fotosentez ve solunum konularının kavramsal anlama düzeyleri üzerindeki varyansın %31'i MDY, %5'i anlamlı öğrenme yaklaşımı ile açıklanmaktadır.

Yenilmez, Sungur, Tekkaya (2006) çalışmalarında, 8. sınıf öğrencilerinin mantıksal düşünme yeteneği, ön bilgi ve cinsiyetin fotosentez ve solunum konularının kavramsal anlamasına olan etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada öğrencilerin mantıksal düşünme düzeylerini belirlemek için Mantıksal Düşünme Yetenek Testi (Tobin & Capi, 1981), kavramsal anlama düzeylerini belirlemek için iki aşamalı kavramsal anlama testi (Haslam & Treagust, 1987), ön bilgileri ise bir önceki yıldaki fen başarı notu kullanılarak tespit edilmiştir. Öğrencilerin ön bilgilerin kovaryant olarak kullanılarak yapılan analizler sonucunda mantıksal düşünme yeteneği açısından yüksek ve düşük seviyedeki öğrencilerin kavramsal anlama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. Buna ek olarak yapılan regresyon analizi sonucunda öğrencilerin MDY'nin, ön bilgilerinin ve cinsiyetlerinin (kızlar lehine) fotosentez ve solunum konularının kavramsal anlama düzeyleri üzerinde yordayıcı etkisi istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmaktadır. Ek olarak öğrencilerin fotosentez ve solunum konularının kavramsal anlama düzeyleri

üzerindeki varyansın %31'i MDY ile açıklanmış ve bu eşitliğin temel yordayıcısı MDY olarak belirtilmektedir.

Sert Çıbık (2006) "Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımının Fen Bilgisi Dersinde Öğrencilerin Mantıksal Düşünme Becerilerine ve Tutumlarına Etkisi" başlıklı çalışmasının bir alt problemi olarak proje tabanlı öğrenme yaklaşımının yedinci sınıf öğrencilerinin MDY'leri üzerine olan etkisini incelemiştir. Bu çalışmada öğrencilerin MDY'lerini belirlemek için Mantıksal Düşünme Grup Testi (Roadranga vd., 1982) kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre uygulama öncesi deney ve kontrol grubu öğrencilerinin MDY puanları açısından gruplar arasında anlamlı farklılık yokken; uygulama sonrası deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirtilmektedir.

Valanides (2007) çalışmasında sözel, sayısal ve ekonomi bölümünde olan lise öğrencilerinin MDY'lerinin cinsiyet, bölüm türü, akademik başarı değişkenleri ile olan ilişkisini araştırmıştır. Araştırmada öğrencilerin MDY'leri Mantıksal Düşünme Yetenek Testi (Tobin & Capi, 1981) ile ölçülmüştür. Yapılan analizler neticesinde tüm öğrencilerin %49.7'si formal, %29.2'si geçiş, % 21.1'i somut işlemler dönemindeydi. Ayrıca erkek öğrencilerin MDY puanları kızlara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur. MDY'ni yordayan değişkenleri belirlemeye yönelik yapılan regresyon analizi sonucunda öğrencilerin dönem sonu başarısı, matematik başarısı, okudukları bölüm (sayısal-ekonomi-sözel) ve cinsiyet değişkenleri MDY'nin istatistiksel olarak anlamlı yordayıcıları olduğu görülmektedir. Fen başarısının MDY'nin anlamlı bir yordayıcısı olmaması alanyazındaki diğer çalışmalar ile çeliştiğini belirtmektedir.

Daempfle (2006) çalışmasında ERIC ve Psychlit veri tabanları vasıtasıyla makaleler ve tez özetlerine ulaşarak üniversitede biyolojiye giriş dersine katılan öğrencilerin MDY'lerini geliştirmeye yönelik yapılan öğretimsel faaliyetleri içeren araştırmaların sonuçlarını derlemiştir. Bu derleme sonucunda sorgulama tabanlı, işbirliğine dayalı yaklaşımların öğrencilerin muhakeme yeteneğini ve bilimsel tutumlarını geliştirdiği; formal ve informal muhakeme patternlerinin direkt öğretimi ve öğretim için ayrılan zamanın muhakemenin gelişimini pozitif yönde etkilediği; yazı yazmayı vurgulayan araştırma temelli, geleneksel olmayan işbirlikçi öğretim yöntemleri yazmayı vurgulamayan yöntemlerden daha başarılı olduğu; cinsiyet ve kullanılan öğretim yönteminin etkileşiminin MDY'nin gelişimi üzerinde gözlenen bir etkisi olmadığı ve laboratuvarların kullanılması MDY'nin gelişimi için önemli bir etken olduğu belirtilmektedir.

Bozdogan (2007), “Fen Bilgisi Öğretiminde Çalışma Yaprakları ile Öğretimin Öğrencilerin Fen Bilgisi Tutumuna ve Mantıksal Düşünme Becerilerine Etkisi” başlıklı çalışmasının bir alt problemi olarak yedinci sınıf öğrencilerinin, fen bilgisi dersinde kullanılan çalışma yaprakları ile öğretimin, öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerine olan etkisini araştırmıştır. Bu çalışmada öğrencilerin MDY’lerini belirlemek için Mantıksal Düşünme Grup Testi (Roadranga vd., 1982) kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre çalışma yaprakları ile öğrenim gören deney grubu öğrencilerinin MDY puanları ile geleneksel öğretim metodu ile öğrenim gören öğrencilerin puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir.

Ateş ve Çataloğlu (2007) çalışmalarında üniversite öğrencilerin MDY’lerinin mekanik ile ilgili kavramsal anlama düzeylerine ve problem çözme yetenekleri üzerine olan etkisini incelemişlerdir. Bu çalışmada öğrencileri mantıksal düşünme yeteneği Lawson tarafından geliştirilen, Mantıksal Düşünme Sınıf Testi (1978) ile ölçülmüştür. Öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri Kuvvet-Hareket Ölçeği (FCI), problem çözme yetenekleri ise Mekanik Testi ile ölçülmüştür. Yapılan analizler sonucunda öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri (somut-formal-post formal) ve problem çözme yetenek testi puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunurken, mantıksal düşünme yetenekleri (somut-formal-post formal) ve kavramsal anlama düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Araştırmacılar mekanik konularının kavramsal anlama puanları ile MDY puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmamasının nedenini araştırmada kullanılan FCI testinin yapısı ile ilgili olabileceğini belirtmektedirler. Araştırmacılar aynı zamanda daha önce fizik başarısı ve muhakeme yeteneği arasındaki ilişkilerin incelendiği çalışmalarda fizik başarısının problem çözme yeteneği olarak tanımlandığını belirtmektedirler. Araştırmacılar öğrencilerin fizik başarısını etkileyen etmenlerin daha iyi tanımlanabilmesi için ise problem çözme soruları ile birlikte öğrencilerin açıklamalar da yapabileceği iki aşamalı çoktan seçmeli testlerin kullanılabileceğini önermektedirler.

Koray ve Azar (2008), “Ortaöğretim Öğrencilerinin Problem Çözme ve Mantıksal Düşünme Becerilerinin Cinsiyet ve Seçilen Alan Açısından İncelenmesi” başlıklı çalışmalarının bir alt problemi olarak lise öğrencilerinin MDY’leri ve cinsiyet değişkeni arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Araştırmada öğrencilerin MDY’leri , Mantıksal Düşünme Grup Testi

(Roadranga vd.,1982) ile ölçülmüştür. Araştırma bulgularına göre erkek öğrencilerin puanı kızlara göre istatistiksel olarak anlamlı bir düzeyde daha yüksek olduğu görülmektedir.

Kılıç ve Sağlam'ın (2009) “Öğrencilerin Mantıksal Düşünme Yeteneklerinin Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi” başlıklı çalışmasının bir alt problemi olarak 16-29 yaşlarındaki lise öğrencilerinin MDY'nin cinsiyet değişkenleri olan ilişkisini araştırmıştır. Bu çalışmada öğrencilerin mantıksal düşünme düzeylerini belirlemek için MDYT (Tobin & Capi, 1981) kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre kız öğrencilerinin MDYT'den aldıkları puan ortalamalı erkek öğrencilere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu görülmektedir.

Jensen (2008) çalışmasının bir alt problemi olarak üniversite biyoloji bölümü öğrencileri üzerinde işbirliğine dayalı gruplama stratejileri (homojen-heterojen) ile öğretim yönteminin (araştırma ve sorgulama-geleneksel) öğrencilerin MDY ve biyoloji ders başarısı üzerindeki etkisini araştırmıştır. Öğrencilerin MDY 'leri Lawson (1978) tarafından geliştirilen test ile ölçülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre, araştırma sorgulamaya dayalı öğretim yönteminin uygulandığı tüm grupların MDY testi ortalamaları, geleneksel öğretim yönteminin uygulandığı gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha büyüktür. Başka bir bulgu ise geleneksel öğretim yönteminin kullanıldığı grup ortalamalı heterojen olan (MDY'ye göre alınan puanlar karışık) öğrencilerin MDY ortalamaları homojen gruplara göre daha yüksekken; araştırma sorgulamaya dayalı öğretim yönteminin uygulandığı gruplarda homojen grup ortalamaları daha yüksek olduğu görülmektedir. MDY puanı düşük olan öğrenciler ise gruplama homojen, öğretim yöntemi araştırma sorgulama olduğunda MDY puanlarında önemli artışların olduğu ifade edilmektedir.

Aydın (2009) “Yapılandırıcı Yaklaşımın Öğrencilerin Üst Düzey Bilişsel Becerilerine Etkisi” başlıklı çalışmasının alt problemlerinden birisi olarak 8. Sınıf öğrencilerinin MDY'nin, öğrencilerin üst düzey bilişsel becerilerine (uygulama, analiz, sentez, değerlendirme) etkisini incelemiştir. Bu çalışmada öğrencilerin MDY'leri Tobin ve Capie (1981) tarafından geliştirilen MDYT ile ölçülmüştür. Yapılan analiz neticesinde mantıksal düşünme yeteneğinin öğrencilerin asit-baz konusundaki üst düzey bilişsel becerileri üzerine anlamlı bir katkısı olmadığı ifade edilmektedir. Araştırmacı bu durumun sonucunu asitler ve bazlar konusunun öğretiminde somut materyallerden fazlası ile yararlanılmış olmasından kaynaklanabileceğini belirtmektedir. Araştırmacı Kadayıfçı (2001) tarafından yapılan çalışmaya atıfta bulunarak, öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin kimya dersindeki

kimyasal bağlar gibi soyut konuların anlaşılmasında daha büyük bir etkiye sahip olduğunu belirtmektedir.

Stamovlasis, Tsitsipis ve Papageorgiou (2009) çalışmalarında lise öğrencilerinin MDY'lerinin ve alan bağımlı/bağımsız bilişsel stillerinin maddenin yapısına ilişkin kavramsal anlama düzeyleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada öğrencilerin MDY'leri, Lawson Mantıksal Düşünme Sınıf Testi; bilişsel stilleri Grup Saklı Figürler Testi ile ölçülmüştür. (Witkin vd., 1977). Araştırma bulgularına göre öğrencilerin maddenin yapısına ilişkin kavramsal anlamasının en büyük yordayıcısı MDY, daha sonraki yordayıcısı ise alan bağımlı/bağımsız bilişsel stiller olduğunu belirtmektedir.

Güler (2010) “İlköğretim Öğrencilerinin SBS Puanları İle Ders Başarıları, Bilimsel Süreç Becerileri ve Mantıksal Düşünme Yetenekleri Arasındaki İlişki” başlıklı çalışmasının bir alt problemi olarak 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin MDY ile fen ve teknoloji dersi yılsonu başarıları, Seviye Belirleme Sınavı (SBS) fen ve teknoloji bölümü başarıları arasındaki ilişkileri incelenmiştir. Buna ek olarak farklı cinsiyet grupları arasındaki MDY'deki farklılıklar incelenmiştir. Bu çalışmada öğrencilerin mantıksal düşünme düzeylerini belirlemek için MDYT (Tobin ve Capi, 1981) kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre öğrencilerin fen ve teknoloji dersi yılsonu başarı notu ve MDY arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde bir ilişki olduğu görülmektedir. Benzer şekilde öğrencilerin SBS fen ve teknoloji puanları ve MDY arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde bir ilişki bulunduğu görülmektedir. Bunlara ek olarak kız öğrencilerin MDY ortalamalarının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde erkeklere göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Temel (2010)'in “Kimya Laboratuvarında Problem Çözme Uygulamaları” isimli çalışmasının bir alt problemi olarak kimya öğretmen adaylarına kimya laboratuvarı dersinde uygulanan problem çözme uygulamalarının öğrencilerin MDY'i üzerine etkisini araştırmaktır. Bu çalışmada öğrencilerin MDY'leri Tobin ve Copie (1981) tarafından geliştirilen test ile ölçülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre uygulamaların öğrencilerin MDY'lerinin gelişimi üzerine olan etkisi istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bunun dışında Bloom taksoomisine göre oluşturulan açık uçlu sorulardan oluşan final sınavı için yapılan çoklu regresyon analizi sonucunda da, öğrenci performansındaki değişimin %42'sinin, problem çözme becerisini algılama, bilimsel işlem becerisi ve mantıksal düşünme yeteneği değişkenlerindeki değişimler tarafından birlikte açıklandığı belirtilmektedir.

Marušić –Sliško (2011) araştırmasında 3 farklı öğretim yönteminin lise öğrencilerinin mantıksal düşünme yeteneklerine olan etkisini araştırmıştır. Yöntemlerden ilki geleneksel öğretim yöntemi diğer ikisi ise öğrenci merkezli öğrenme yöntemleridir. Öğrenci merkezli öğretim yöntemlerinden ilki Okuma, Sunma ve Sorgulama (OSS, Reading, Presenting, and Questioning) isimli probleme dayalı öğrenme, süreç odaklı sorgulayıcı öğrenme ve akran liderliğindeki işbirlikli öğrenme yaklaşımlarını esas alan bir yöntem; diğeri ise Deney ve Tartışma (DT, Experimenting and Discussion) isimli Tahmin-Gözlem-Açıklama ve Gözlem-Açıklama-Tahmin-Test Etme gibi aktif öğrenme yaklaşımlarına gören düzenlenen öğretim yöntemleri olarak belirlenmiştir. Bu araştırmada öğrencilerin MDY'leri Lawson Mantıksal Düşünme Sınıf Testi (Lawson, 1978) ile ölçülmüştür. Araştırma sonucunda MDY ön test sonucuna göre öğrencilerin %20'sinden daha azı soyut işlemler döneminde olduğu görülmektedir. Araştırmacı bu durumun daha önceki çalışmaların bulguları ile örtüştüğünü belirtmektedir (Shayer & Wylam, 1978; Shayer vd., 1976'den aktaran Marušić –Sliško, 2011). Araştırmacıya göre bu durum daha ziyade soyut kavramların öğrenilmesini içeren fizik dersi için oldukça sıkıntılı bir durumun olduğunun göstergesi olarak ifade edilmektedir. Araştırmanın sonuçlarına göre geleneksel öğretim metodu ile öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinde istenilen düzeyde bir artış gerçekleşmediği ifade edilmektedir. Öğretmenler arasında yaygın olan bir inanışa göre, fizik öğretiminin, fizik bilgisinin mantıksal ve matematiksel yapılarını vurgulaması, öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerini geliştirmektedir. Bununla birlikte, sadece geleneksel formdaki fizik bilgilerinin aktarımı geleneksel öğretim yönteminin uygulandığı grubunun bir yarıyı sonundaki sonuçlarından görüleceği üzere, öğrencilerin akıl yürütme yeteneklerini geliştirmek için yeterli olmadı belirtilmektedir. Bunun dışında öğrencilerin aktif katılımını gerektiren OSS, DT öğretim yöntemleri öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artışa sebep olduğu düşünülmektedir. Bu artışlar etki büyüklüğü açısından değerlendirildiğinde OSS etki büyüklüğü 0.30 iken DT de etki büyüklüğü 0.64 olarak görülmektedir. Bu durum DT grubunun sonuçlarının fen eğitimindeki müdahale programlarının en iyilerinden biri olan Bilişsel Hızlandırmada elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılabilir olduğunu göstermektedir (Leo ve Galloway, 1996; Shayer ve Adey, 1992, 1993'den aktaran Marušić –Sliško, 2011). Bu bulguların dışında araştırmanın önemli bulgularında biriside DT yöntemi ile bir dönem boyunca öğrenim gören grubun MDY puanlarındaki artışın cinsiyet değişkeni açısından anlamlı bir farklılık göstermemesidir. Bu

durum bu yöntemin her iki cins için de MDY'ni arttırmak için iyi bir seçim olacağını göstermektedir.

Tsitsipis, Stamovlasis ve Papageorgiou (2012) çalışmalarında lise öğrencilerin sahip olduğu bazı bireysel farklılıkların (MDY, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller, yakınsama-ıraksama stilleri), maddenin tanecikli yapısı kavramının anlaşılması düzeyine olan etki düzeyini araştırmışlardır. Bu araştırmada öğrencilerin bilişsel stilleri GSFT (Witkin vd., 1977) ile; MDY'leri The Classroom Scientific Reasoning (Lawson, 1978) ile ölçülmüştür. Öğrencilerin maddenin tanecikli yapısına ilişkin kavramsal anlamaları ise açık uçlu, çoktan seçmeli ve iki aşamalı sorulardan oluşan bir test ile değerlendirilmiştir. Multinomial lojistik regresyon analizi tekniği kullanılarak yapılan analizlerde MDY'nin başarımın en büyük yordayıcısı olduğu bunun dışında alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller ve yakınsama-ıraksama stillerinin tüm sorularda olmasa da bazı sorularda yordama etkisinin olduğu belirtilmektedir.

Aka (2012) “Asitler ve Bazlar Konusunun Öğretiminde Kullanılan Probleme Dayalı Öğrenme Yönteminin Farklı Değişkenler Üzerine Etkisi ve Yönteme İlişkin Öğrenci Görüşleri” başlıklı çalışmasını alt problemlerinden birisi de probleme dayalı (PDÖ) yönteminin fen bilgisi öğretmen adaylarının mantıksal düşünme yetenekleri üzerine etkisini belirlemektir. Bu araştırmada öğrencilerin MDY'leri Tobin ve Capie (1981) tarafından geliştirilen MDYT ile ölçülmüştür. Araştırma sonucunda PDÖ yönteminin geleneksel öğretim yöntemine göre öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerini geliştirmede etkili olduğu ifade edilmektedir.

Ergün (2013) “Atom Ve Molekül Konusunda Kavram Yanılgıları ve Bunları İyileştirmek İçin Örnek Etkinlikler” başlıklı çalışmasının alt problemlerinin birisinde ortaokul ve lise öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısına ilişkin kavramsal anlamalarını ve bu konudaki kavram yanılgılarını MDY değişkeni açısından incelemiştir. Bu araştırmada öğrencilerin MDY'leri Tobin ve Capie (1981) tarafından geliştirilen MDYT ile ölçülmüştür. Araştırma sonunda öğrencilerin maddenin tanecikli yapısına ilişkin kavramsal anlama düzeyleri, mantıksal düşünme yeteneği puanlarına göre anlamlı farklılık göstermektedir. Bunun dışında soyut işlemler döneminde olan öğrencilerin sahip olduğu kavram yanılgıları somut işlemler döneminde olan öğrencilere göre daha az olduğu sonucuna varılmıştır. Ek olarak öğrencilerin MDYT puanları cinsiyet değişkeni açısından anlamlı farklılık göstermemektedir.

Güneş Koç (2013) “5e Modeli İle Desteklenen Bağlam Temelli Yaklaşımın Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Işık Ünitesindeki Başarılarına, Bilgilerinin Kalıcılığına ve Fen Dersine Karşı Olan Tutumlarına Etkisi” başlıklı çalışmasının bir alt problemi olarak 5e Modeli ile Desteklenen Bağlam Temelli Yaklaşımın öğrencileri MDY’leri ve cinsiyetleri olan ilişkisini araştırmıştır. Bu araştırmada öğrencilerin MDY’leri Tobin ve Capie (1981) tarafından geliştirilen MDYT ile ölçülmüştür. Araştırma sonuçlarına bakıldığında deney ve kontrol grubunun mantıksal düşünme yetenek testlerinin ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bunun dışında öğrencilerin MDY’nin uygulanan ışık ön bilgi testi (Bloom Taksonomisi’nin bilgi, kavrama, uygulama basamaklarına ilişkin sorulardan oluşan test) ve ışık başarı testi ön test-son test ve kalıcılık testleri (Bloom Taksonomisi’nin bilgi, kavrama, uygulama basamaklarına ilişkin sorulardan oluşan test) arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin MDYT’den aldıkları puanlar kız öğrenciler lehine cinsiyete göre anlamlı bir farklılık göstermektedir

Vadapally (2014) çalışmasında lise öğrencilerinin cinsiyet ve MDY’lerinin lise kimya laboratuvarlarında kullanılan Tahmin-Gözle-Açıkla laboratuvar görevleri algıları üzerine olan etkisini araştırmaktadır. Bu çalışmada öğrencilerin MDY’leri Mantıksal Düşünme Grup Testi (Roadrangka vd., 1982) ile ölçülürken; TGA performansları bir rubrik ile ölçülmüştür. Yapılan analizler sonucunda ise cinsiyet (kızlar lehine) ve mantıksal düşünme yeteneğinin öğrenci performansı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bir etkiin olduğu görülmektedir. Bu iki değişken arasında anlamlı bir etkileşim bulunmadığı belirtilmektedir.

Göçer (2014) “Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Üstbilişsel Farkındalıkları İle Mantıksal Düşünme Becerileri ve Akademik Başarıları Arasındaki İlişkinin Araştırılması” başlıklı çalışmasının bir alt problemi olarak fen bilimleri öğretmen adaylarının MDY ve akademik başarıları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bu araştırmada öğrencilerin MDY’leri Tobin ve Capie (1981) tarafından geliştirilen MDYT ile ölçülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre MDY ve akademik başarı arasında pozitif ve orta düzeyde bir anlamlı bir ilişkinin olduğu ifade edilmektedir. Bunun dışında cinsiyet değişkeni ile MDY arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığı görülmektedir.

Kıncal ve Yazgan (2014), “İlköğretim 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Formal Operasyonel Düşünme Becerilerinin Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi” başlıklı çalışmalarının bir alt problemi olarak ortaokul 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin MDY’lerinin, cinsiyete, öğrencilerin

akademik başarı (Fen ve Teknoloji dersine ait son üç yazılı sınavlarının not ortalamaları)durumlarına göre nasıl değişiklik gösterdiğini incelemiştir. Bu çalışmada öğrencilerin mantıksal düşünme düzeylerini belirlemek için Mantıksal Düşünme Grup Testi (Roadranga vd., 1982) kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, MDY puanlarının, akademik başarı ile olan ilişkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve cinsiyet açısından ise, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılığın olmadığı görülmektedir.

Hinojosa (2015) çalışmasının bir alt problemi olarak öğrencilerin MDY'lerinin ulusal düzeyde yapılan matematik, fen ve ingilizce sorularından oluşan sınavdan alınan puanlarla olan ilişkisini incelemiştir. Öğrencilerin MDY'leri Lawson (1978) tarafından geliştirilen test ile ölçülmüştür. Analiz sonucunda ulusal sınavın fizik ve matematik bölümünden alınan öğrenci puanları ile MDY puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı, pozitif yönde bir ilişkinin olduğu görülmektedir.

Yüksel ve Ateş (2017) çalışmalarında öğretmen adaylarının bilişsel gelişimlerini hızlandırmayı amaçlayan etkinliklerin (Cognitive Acceleration through Science Education-CASE) ve Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) etkinliklerinin öğrencilerin MDY üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar öğrencilerin MDY'leri geliştirdikleri Bilimsel Akıl Yürütme Beceri Testi ile ölçmüşlerdir. Araştırma sonucunda öğrencilerin MDY puanları karşılaştırıldığında TGA etkinliklerinin bilişsel gelişimlerini hızlandırmayı amaçlayan etkinliklere göre daha etkili olduğu belirtilmektedir. Araştırmada aynı zamanda erkek öğrencilerin MDY puan ortalamalarının kız öğrencilere göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

2.2.4.Mental Kapasite

Daha önce de belirtildiği gibi, M-operatörünün etkinlikle ilgili şemaların etkinleştirilmesinde kısıtlı bir kapasitesi vardır. Buna, zihinsel dikkat kapasitesi (mental kapasite, M-kapasite) denir. Mental kapasite, normal çocukluk döneminde yaşla birlikte arttığı önerilen, çalışma belleğinin bir bileşenidir (Pascual-Leone & Johnson, 2005, 2011). Bir kişinin kullanabileceği toplam mental kapasitesine mental güç (M-power) veya yapısal mental kapasite (My) denir. Mental güç, $e + k$ olarak gösterilir. Bireyin 2 yaşına kadar sahip olduğu mental kapasitesi “e” ile temsil edilir. 2 yaşından sonra ise “e”, yürütme işlemini sürekli aktif hale getirmek için kullanılan zihinsel dikkat kaynağıdır. Problem çözme sırasında eşzamanlı olarak devreye sokulabilecek şemaların sayısı “k” ile gösterilir. Teoriye

göre bu değer, maksimum büyümeye ulaşıldığında 7 olacaktır. 3 yaşındaki bireyin mental gücü “ $e + 1$ ”; 15 yaşında bir bireyin mental gücü “ $e + 7$ ” olacak şekilde her iki yılda 1 birim artacaktır. Bireylerin mental kapasitelerinin maksimum 7 olması Miller'ın (1956) kısa süreli bellekte aynı anda tutulabilecek maksimum sayıda bilgi birimin 7 olacağına ilişkin önerisine karşılık geldiği için kullanılmıştır. Mental kapasite, esasında çeşitli alanlardaki etkinlik performansındaki gelişimsel artışı (Pascual-Leone ve Johnson, 2005, 2011) açıklamak için kullanılmış olsa da, bireylerin mental kapasite görevleri üzerinde puanlarda anlamlı yaş- χ^2 varyans da vardır. Başka bir ifade ile aynı yaş grubu bireylerin mental kapasiteleri farklılık gösterebilir.

Pascual-Leone'e göre, bireylerin mental kapasitesi her bir Piaget'in gelişim alt kademesine göre nitelendirilebilir. Örneğin, $M = a + 1$, işlem öncesi erken aşamada M kapasitesinin bir gösterimi olarak kullanılabilir. Kalan örnekler geç işlem öncesi alt kademe için $M = a + 2$, erken somut alt kademesi için $M = a + 3$, geç somut alt kademesi için $M = a + 4$, erken soyut alt kademe için $M = a + 5$, M = Orta soyut alt kademe için $a + 6$ ve geç soyut alt kademe için $M = a + 7$ 'dir (De Ribaupierre,1975).

Tablo 5

Yaş ve Piaget'in Bilişsel Gelişim Dönemleri ile Artan Mental Kapasite

Yaş	Piaget'in Bilişsel Gelişim Evreleri	Mental Kapasite
3-4 yaş	Erken İşlem Öncesi Dönemi	$e + 1$
5-6 yaş	Geç İşlem Öncesi Dönemi	$e + 2$
7-8 yaş	Erken Somut İşlemler Dönemi	$e + 3$
9-10 yaş	Geç Somut İşlemler Dönemi	$e + 4$
11-12 yaş	Erken Soyut İşlemler Dönemi	$e + 5$
13-14 yaş	Orta Soyut İşlemler Dönemi	$e + 6$
15 yaş ve üzeri	Geç Soyut İşlemler Dönemi	$e + 7$

Bireyin M-gücü, bireyin toplam zihinsel dikkat miktarını temsil etse de, tüm zihinsel dikkat, her bilişsel görev sırasında kullanılamaz. Durum faktörleri ya da doğuştan gelen eğilimler gibi çeşitli faktörler, M-gücünün kullanımını etkileyebilir. Pascual-Leone 1970 yılındaki makalesinde bu faktörleri bazı motivasyonel değişkenler ve bilişsel stiller gibi bireysel

farklılıklar olabileceğini belirtmiştir (Pascual-Leone, 1970). Bilişsel görevlerin tamamlanması sırasında kullanılan gerçek M- gücü miktarı, fonksiyonel mental kapasite (Mf) olarak ifade edilir. Fonksiyonel mental kapasite, verilen görevin özelliklerinden de etkilenebilir. Bu özellikler kolaylaştırıcı ve yanıltıcı etkilerdir. Kolaylaştırıcı görevler yalnızca ilgili şemaların etkinleştirilmesine izin veren görevlerdir. Bu şemalar daha önce öğrenilen deneyimler ve / veya durum faktörleri (F operatör) tarafından harekete geçirilir. Bu özelliğinden dolayı kolaylaştırıcı görevler, zenginleştirilmiş öğrenme deneyimleri veya daha yüksek sosyoekonomik statüye (SES) sahip kişiler, daha düşük SES'ye sahip kişilerden farklı bir avantaja sahip olabilir. Bu nedenle, Pascual-Leone, yalnızca yeterince yanıltıcı olan görevlerin kişinin fonksiyonel mental kapasitesini doğru bir şekilde değerlendirebileceğini önermektedir. Yanıltıcı görevler, önceki öğrenme deneyimleri veya durum faktörleri aracılığıyla aktive edilen şemaların kullanılmasının, bireyin yanlış cevaplama veya görevi yetersiz bir şekilde tamamlamasına neden olan görevlerdir. Birey yanıltıcı görevleri başarmak için eldeki sorunu çözmek için M-operatörünü ve I-operatörünü bilinçli olarak kullanmalıdır. Birey, problemin çözümünün başarısızlıkla sonuçlanmasına neden olacak alakasız şemaları engellemeye çalışırken, diğer taraftan görevin başarıyla tamamlanması için gerekli olan ilgili şemaları harekete geçirmelidir. Sonuç olarak, yanıltıcı görevlerde tüm bireyler eğitim veya öğrenmedeki bireysel farklılıklardan asgari derecede etkilenen aynı bilgi tabanı ile bu görevlere başlarlar. Bu, herhangi bir performans farklılığının önceki öğrenme deneyimleri veya kültürel ve SES farklılıkları yerine mental kapasitesindeki farklılıklara atfedilmesini sağlayacaktır (Pascual-Leone, 1970; Pascual-Leone & Ijaz, 1989).

Mental kapasiteyi ölçmek için alanyazında sıklıkla kullanılan iki test vardır. Bunlardan ilki sözel içerik alanında mental kapasiteyi ölçen Talimatları Takip Etme Etkinliği (direction following task, Pascual-Leone & Johnson, 2005) diğeri görsel-uzamsal içerik alanında fonksiyonel mental kapasiteyi ölçmek için kullanılan Şekil Kesişim Testi'dir (ŞKT; Pascual-Leone & Johnson, 2001). Daha önce bahsedilen zihinsel dikkat operatörleri <E, M, I, F>, bu testlerde bireylerin performansının belirlenmesine etki ederken, bu teste ölçmeye çalışılan temel operatör M operatörüdür. M-operatörünün gücü (yani, diğer sessiz operatörlerin etkisi olmaksızın sadece M-operatörü tarafından eş zamanlı olarak aktif hale getirilebilen farklı şemaların sayısı), bir çocuğun gelişim aşamaları boyunca gelişimsel ilerlemesinden büyük ölçüde sorumludur. Bu testler, hem çocuklarla hem de yetişkinlerle uluslararası olarak kullanılan teori temelli değerlendirme biçimidir (Pascual-Leone, 1987, 1989, 1995, 1996).

‘dan aktaran Pascual-Leone & Johnson, 2001; Pascual-Leone & Johnson, 2005). Talimatları Takip Etme Etkinliği, farklı karmaşıklıkta olan sözlü komutları içeren bir etkinliktir. Etkinlikte yer alan her soru şekil, renk ve boyutta farklılık gösteren iki nesneden birine işaret eden bir komuttur ve katılımcı bu nesneleri gereken konumlara yerleştirerek bu komutlara yanıt vermelidir. Örneğin beyaz alana mavi kareyi yerleştirin sorusundaki mental talep 2’dir ($e+2$). Şekil Kesişim Testi, bireylerin ikiden sekize kadar üst üste binen geometrik şekil arasında var olan bir kavşak alanını bulmasını gerektirir. Bunu yapmak için, bireyler testin üç yanıltıcı yönünü hızlı bir şekilde engellemelidir. İlk yanıltıcı husus, test ögesindeki örtüşen şekillerin, dikkate değer ölçüde yanılsama oluşturacak şekilde yeni ve daha küçük şekiller vermek üzere bir araya getirilmesidir. Bu yanılsama, kesişmenin bir noktasını bulmak için göz ardı edilmelidir. İkincisi, test öğelerinden bazıları, ilgili hedef şekil grubunda gösterilemeyen ek bir şekil içermektedir ve bu nedenle göz ardı edilmelidir. Son olarak, örtüşen şekiller, bir grup olarak, kişinin bireysel şekilleri birbirinden ayırt etme kabiliyetine müdahale ederek kavşağı bulmalarını zorlaştırabilir. Bu teste, gözle görülür ancak alakasız yönlerin hepsinin üstesinden gelinmesi gerekirken, ilgili şemalar etkinleştirilir ve bir kavşak noktasını başarıyla bulmak için kullanılır (Im-Bolter, 2005). Her iki testten elde edilen sonuç, eşzamanlı olarak M kapasitesi tarafından etkinleştirilen şemaların sayısına göre değişecektir. Sonuç olarak, bu testler aynı ölçeklendirmeye sahip olup sözel ve görsel uzamsal alanlarda aynı metriği verirler (Im-Bolter, Agostino & Owens-Jaffray, 2016). Bu araştırmada incelenen diğer değişkenlerin görsel uzamsal doğasından dolayı görsel-uzamsal içerik alanında fonksiyonel mental kapasiteyi ölçmek için kullanılan Şekil Kesişim Testi kullanılmıştır.

2.2.4.1.Mental Talep

Bireylerin, sahip oldukları mental kapasitesinin tümünü kullanamayabileceğini ve pratik olarak, çoğu kişinin potansiyel kapasitelerinin yalnızca bir kısmını kullanabileceği ve oranın fonksiyonel mental kapasite (Mf) olarak adlandırılacağı belirtilmektedir. Belirli bir durumda Mf’nin değeri, motivasyonel değişkenler, yorgunluk derecesi ve alan bağımsızlık derecesi gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (Pascual-Leone, 1970). Bu faktörlerin sonuncusu incelenirse, alan bağımsız olan bir kişinin M-kapasitesi alana bağımlı birine göre daha büyük bir orana sahip olacaktır. Bu nedenle bir etkinlik, uygun performans ile alakası olmayan bilgileri içerdiğinde, alan bağımsız bir kişi, bu etkinliğe ilişkin bilgiyi daha kolay bir şekilde seçecektir. Scardamalia (1976, s. 26)’ a göre, “görevdeki zorlukların başlıca kaynağı

mantıksal bir zorluk değil, fakat dikkat çekmeyen uyarıcı özelliklerin dikkat kapasitesinde oluşturduğu yükün bir problemidir” (akt. Niaz & Logie, 1993). Mental talep (M-talep), verilen bir problemi çözmek için kullanılması gereken minimum şema sayısına karşılık gelir. Dolayısıyla M-talep, problemin karmaşıklığının bir ölçüsüdür. Teoriye göre bir kişi, M-talebi kişinin mental kapasitesinin üzerinde olan bir problemi çözemez (Pascual-Leone ve Johnson, 2005). Pascual-Leone (1970), yatay geçişi açıklama girişiminde, aynı mantıksal yapıya sahip etkinlikler için daha karmaşık olan etkinliğin M talebinin arttığını ileri sürmektedir. Örneğin, sayının korunması ve ağırlığın korunması aynı mantıksal yapıyı gerektirir, ancak ağırlığın korunması daha karmaşık bir etkinlik olduğundan, daha büyük bir M talebi gerekecektir. Pascual-Leone, Piagetian korunum deneyleri (Pascual-Leone, 1972’den aktaran De Ribaupierre, 1975) üzerinde mental görev analizleri yaparak ve Piaget tarafından tanımlanan yatay geçişin, artan bir bilgi karmaşıklığıyla açıklanabileceğini göstermiştir. Yapılan araştırmada, maddenin korunumunda $e + 3$ olan M talebi gerektiğini gösterdi. Ağırlığın ve hacim korunumu konusundaki M talepleri sırasıyla $e + 4$ ve $e + 5$ olmuştur (Scardamalia, 1977’den aktaran Engemann, 2000). M talebin, çeşitli derecelerde karmaşık ilişkisel akıl yürütme etkinlikleri üzerindeki etkisini araştırılmıştır. Bu etkinlikler normalde soyut mantıksal düşünme düzeyine erişmiş kişiler tarafından başarıyla tamamlanmıştır. Scardamalia etkinliklerin M talebini azaltarak bu akıl yürütme etkinliklerini basitleştirmeyi başarmış ve bu koşullar altında, soyut mantıksal seviyeye erişmemiş olan bireylerin bu değiştirilmiş ilişkisel problemleri çözebildiğini bulmuştur. Bu çalışmanın sonuçları ile Scardamalia, Pascual-Leone teorisinin geçerliliğini ve yatay geçişin varlığını açıklamada M kapasitesinin önemini doğrulamayı başarmıştır (Engemann, 2000).

YOP'da belirli problemlerin M talebini tahmin etmek için bir yöntem önerilmektedir. Bu yöntem mental görev analizi (mental task analysis, MTA) olarak bilinir (Pascual-Leone & Johnson, 2005, 2011) ve problemi çözmek için kaç şemanın gerekli olacağını bulunmasını sağlamaktadır. Bu şekilde bu yöntem etkinlik ya da problemin uygulama öncesinde gerekli olan minimum M talebinin miktarının tahminini olanak sağlamaktadır. Agostino, Johnson ve Pascual-Leone (2010), mental görev analizi yöntemini kullanarak farklı mental talebe sahip kelime problemleri oluşturmuşlardır. Araştırma sonucunda mental talebi, çocuğun M kapasitesini aşan çarpma problemlerinin çözülemediğini bulmuşlardır.

2.2.4.2.Mental Kapasite, Çalışma Hafızası Kapasitesi ve Kısa Süreli Bellek Arasındaki İlişki

Çalışma hafızası kavramı geçici olarak hem bilgi tutma hem de işleme işlevlerini sağlayan (Atkinson & Shiffrin, 1968'den akt Niaz & Loggie, 1993) insan sınırlı kapasite sistemini ifade etmektedir ve öğrenme, akıl yürütme, dil anlama ve problem çözme gibi karmaşık bilişsel görevler için gereklidir. Çalışma belleğine ilişkin birkaç detaylı model vardır. Bu modellerden ilkinde çalışma belleği bilgiyi tutma ve işleme fonksiyonlarını tek bir sistem olarak açıklamaktadır (Case, Kurland & Goldberg, 1982; Daneman & Carpenter 1980). Bu modele göre, çalışma hafızasının aşırı yüklenmesi yapılan bir etkinlik esnasında bilgiyi tutma ve işleme taleplerinden dolayı meydana gelebilir. Eğer bir etkinliğin işlem talebi yüksekse, bireyler bilgiyi tutmak için az kaynağa sahip olacaktır; çok miktardaki bilginin tutulması gerekiyorsa da çok az bilgi işlenebilecektir. Çalışma hafızası kapasitesini açıklayan en çok kabul gören diğer modele göre (Baddeley 2000, Baddeley & Hitch 1974) çalışma hafızası, bilgi işleme ve tutma için çok bileşenli bir sisteme sahiptir. Modele göre çalışma hafızasının merkezinde, merkezi bir yönetici sistemi bulunmaktadır (central executive system). Bu yönetici sistem, farklı etkinlikler üzerindeki performans koordine etmekten, alan stratejileri arasında geçiş yapmak, ilgisiz bilgileri önlemek ve uzun süreli bellekteki bilgileri tutmak ve yönlendirmekten sorumludur (Baddeley vd., 1998). Bu merkezi yönetici sistemi alana özgü iki depolama (bilgiyi tutma) bileşeni tarafından desteklenmektedir. Bunlar işitsel bilginin korunmasından sorumlu olan fonolojik döngü (phonological loop) ve görsel ve mekânsal bilgiyle uğraşmak için uzmanlaşmış görsel-mekansal kopyalama (visuospatial sketchpad) bileşenidir (Baddeley ve Hitch 1974). Bunların dışında episodic buffer adında uzun süreli bellek ve çalışma hafızasının alt bileşenlerinden gelen (phonological loop, visuospatial sketchpad) bilgileri birleştirmekten sorumlu olan bileşende mevcuttur (Baddeley 2000). Kısacası çalışma hafızasının bilgilerin tutulması ile ilgili bölümü fonolojik döngü ve görsel-mekansal kopyalama birimleriyken, bilgiyi işleme görevi merkezi yönetici tarafından gerçekleştirilmektedir.

M-kapasite göreve ilişkin şemaların aktivasyon ağırlığını artırmak için tahsis edilebilen bir zihinsel enerji rezervi temsil eder. Mental kapasite bilginin depolanmasından ziyade işlenmesi sürecine vurgu yapar (Pascual-Leone vd., 1978,). Mental kapasite, çalışma hafızasını etkileyen nedensel bir faktördür. Çalışma belleği, bir kişinin bir performansı oluşturabilmek için şema repertuarındaki yeterince aktive edilmiş tüm şemalarını ifade eder. Daha öncede belirtildiği gibi bu aktivasyonun pek çok kaynağı olabilir (duygusal faktörler,

alan faktörleri, aşırı öğrenme). Oysaki mental kapasite sadece M operatör tarafından aktivasyon ağırlığı arttırılmış şemaların niceliksel gösterimidir. Bu nedenle çalışma belleğinin boyutu genellikle mental kapasitenin boyutundan daha büyüktür (Johnson, Im-Bolter & Pascual-Leone, 2003; Pascual-Leone & Johnson, 2005).

YOT ve Baddeley ve Hitch'in Çalışma Hafızası Modeli arasında benzerlikler bulunmaktadır. Örneğin, her iki model de çok bileşenli bir sistemi varsayıyor ve çalışma belleğinde yaşa bağlı olarak artışların olduğunu belirtiyor. Her iki modelde de yönetici kaynakların kullanımına vurgu yapmaktadır. Bu vurgu YOT'da E operatör ile Baddeley ve Hitch'in Çalışma Hafızası Modeli'nde Merkezi Yönetici Sistem ile yapılmaktadır. Bu benzerliklere karşılık Pascual-Leone bilginin işlenmesini ve eşzamanlı olarak manipüle edilmesini vurgular ve etkinlilerin geçici olarak zihinde tutulmasını hesaba katmamasıyla Baddeley ve Hitch'in Çalışma Hafızası Modeli'nden farklılaşmaktadır. Dolayısıyla fonolojik döngüde ve görsel-mekânsal kopyalama sisteminde tutulan bilgi mental kapasiteyi ölçen testlerde sorgulanmamaktadır (St Clair-Thompson & Botton, 2009). Pascual-Leone (2000) bu depolama (tutma) sistemlerini iyi öğrenilmiş şematik prosedürlere (veya L-operatör) ile açıklamıştır.

Alanyazında kısa süreli bellek ve çalışma hafızası terimleri sıklıkla birbirinin yerine kullanılmakla birlikte iki kavram birbirinden farklıdır. Kısa süreli bellek, bilginin kısa süreli zihinde tutulması ile ilgiliyken, çalışma hafızası buna ek olarak bilginin işlenmesi süreci ile de ilgilidir. Kısacası Çalışma Hafızası= Kısa süreli hafıza + merkezi yönetici sistem şeklinde de ifade edilebilir. Rakam ve kelime Uzunluk Görevleri (Digit and Word Span Task) ile kısa süreli bellek ölçümleri yapılırken daha zorlayıcı karmaşık testler olan Okuma ve İşlem Uzunluk Görevleri (Reading and Operation Spans) ile çalışma hafızası ölçümleri yapılmaktadır (Miyake, Friedman, Rettinger, Shah & Hegarty, 2001).

2.2.4.3.Mental Kapasite ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Mental kapasite ile ilgili çalışmaların, fen eğitimi ile ilgili olan kısmı incelendiğinde öğrencilerin mental kapasitelerine ilişkin sınırlılıklarının, onların başarısını etkilediği görülmektedir. Bu araştırmalarda öğrencilerin fonksiyonel mental kapasitesi, problemin mental talebinden büyük olduğu takdirde istenilen başarının elde edilebileceğini aksi durumda ise öğrencilerin başarısız olacağı belirtilmektedir (Lawson, 1983; Johnstone & El-Banna, 1986; Niaz, 1988a, b; Niaz & Robinson, 1992; Tsaparlis, Kousathana & Niaz, 1998;

Tsaparlis, 1998; Tsaparlis & Angelopoulos, 2000; Boujaoude, Salloum & Abd-El-Khalick, 2004; Danili & Reid, 2004).

Mental talep ile ilgili araştırmalar incelendiğinde, mental kapasite ve çalışma hafıza kapasitesinin problem çözme ve öğrenmeye ilişkin varsayımlarının birbirinin yerine kullanıldığı görülmektedir. Çünkü her iki yapının bu bağlamdaki hipotezi zihinsel kapasitenin sınırlı olan doğasına işaret etmektedir (Niaz & Logie, 1993; Vaquero, Rojas & Niaz, 1996). Bu sebepten dolayı bu alanda yapılan araştırmaların bir kısmında öğrencilerin bilgiyi işleme süreçleri Baddeley (Baddeley, 1986'den aktaran Tsaparlis ve Angelopoulos, 2000) tarafından öne atılan çalışma hafızası modeli modeli ile bir kısmı ise Pascual-Leone (Pascual-Leone, 1970) tarafından ortaya çıkarılan YOT bağlamında incelenmektedir. Sonuç olarak çalışma hafızası modelini kullanan araştırmacıların Sayı Dizisi Uzunluk (Digit span) testlerini kullanırken, YOT'u benimseyen araştırmacılar ŞKT'yi kullandıkları görülmektedir.

Mental kapasiteyi ölçmek için kullandığımız ŞKT, daha önce de belirtildiği gibi farklı sosyoekonomik gruplar ve farklı kültürlerde uygulanmış, geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olarak ifade edilmektedir (Pascual-Leone & Johnson, 2001). Bu testi geliştirmiş araştırmacılar tarafından testin cinsiyet grupları açısından da tarafsız olduğunu gösteren herhangi bir bilgiye rastlanmamıştır. Bununla birlikte bu testi kullanarak, farklı cinsiyet gruplarının testteki performansını karşılaştıran araştırmalarda cinsiyet grupları açısından mental kapasite puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadığı görülmektedir (Hindal, 2007; Hindal, Reid, Whitehead, 2013).

Daha önce de belirtildiği gibi bir etkinliğin ya da problemin anlaşılabilir olması için bu etkinliğin ya da problemin mental talebinin, bireyin mental kapasitesini aşmaması ile mümkündür. Bu alanla ilgili yapılan birçok çalışmada, mental kapasite ve mental talebin bireylerin problem çözme başarısı üzerindeki etkisini ele almaktadır (Niaz, 1988a, 1988b; Pascual-Leone & Ijaz, 1989). Bu araştırmalarda bireylerin mental kapasitesi ve etkinliğin mental talebi arasındaki farkın öğrenci başarısı üzerindeki etkisinin, etkinliğin mental talebinin azaltılması amacıyla yapılan öğretim öncesi yapılacak hazırlıklarla azaltılabileceğini ortaya konulmaktadır (Lawson, 1983; Johnstone & El-Banna, 1986; Niaz, 1988a, b; Niaz & Robinson, 1992; Tsaparlis, Kousathana & Niaz, 1998; Tsaparlis, 1998; Tsaparlis & Angelopoulos, 2000; Boujaoude, Salloum & Abd-El-Khalick, 2004; Danili & Reid, 2004).

Bu bölümde öğrencilerin mental kapasite ile fen başarısı arasındaki ilişkilerin araştırıldığı çalışmaların yanı sıra cinsiyet grupları arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar kronolojik sıra ile açıklanmıştır. Mental kapasitenin diğer bilişsel değişkenlerle olan ilişkisini araştıran çalışmalara Bölüm 2.2.6.'da yer verilmiştir.

Lawson (1983) çalışmasında üniversite öğrencilerin 3 formatta hazırlanan (çoktan seçmeli, işlemsel, açık uçlu sorular) biyoloji sınavlarındaki başarısını etkileyen, MDY, alan bağımlı/bağımsız bilişsel stiller, mental kapasite, ön bilgi ve epistemolojik inanç değişkenlerini araştırmışlardır. Araştırmada öğrencilerin MDY'leri, Lawson Mantıksal Düşünme Sınıf Testi (Lawson, 1978); bilişsel stilleri GSFT (Witkin vd., 1971); mental kapasiteleri ŞKT (Pascual-Leone & Burtis, 1974) ile ölçülmüştür. Araştırma sonucunda öğrencilerin sınavlardan aldığı toplam puanı istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkileyen değişkenler bilişsel stiller, ön bilgi ve epistemolojik inançlar iken; işlemsel maddelerde MDY; çoktan seçmeli sorularda ön bilgi ve epistemolojik inançlar; açık uçlu sorularda mental kapasite olmuştur. Araştırmacı öğrencilerin bilişsel stilleri ve yapısal mental kapasitesinin değiştirilemeyeceğini ancak öğretmenlerin öğrencilerinin bilişsel yapıları hakkında bilgi sahibi olarak, öğretim ortamını öğrencilerin ihtiyaçlarına göre düzenlenmesinin sağlanabileceğini belirtmektedir. Buna ek olarak yapısal mental kapasite değiştirilemese de etkinliğin mental talebine müdahale edilerek, mental kapasitenin aşırı yüklenmesi önlenmiş olacak bu şekilde de öğrenci performansı artırılacağı belirtilmektedir.

Johnstone ve El-Banna (1986) çalışmalarında “Z” bir problemin karmaşıklığının (mental talep) bir ölçüsü “X” ise çalışma hafızası kapasitesini temsil ettiği düşünüldükte eğer $Z > X$ ise bireyin önceki bilgileri, şemaları ve kullandığı stratejilerin (Y) yardımı olmaksızın öğrencinin başarılı olmasının söz konusu olamayacağı şeklindeki hipotezlerini test etmişlerdir. Bu hipotez gürültü (noise) olarak ifade edilen gereksiz bilgilerin olmadığı varsayılarak test edilmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi gereksiz bilgiler bireylerin yapısal mental kapasitesini tam olarak kullanamamasına sebep olmaktadır (Pascual-Leone-1970). Bu hipotez üniversite kimya bölümü öğrencilerinin tüm derslerdeki performansı dikkate alınarak test edilmiştir. Araştırmada öğrencilerin çalışma hafızası kapasiteleri Wechsler Yetişkin Zekâ Testi'nin bir parçası olan Sayı Dizisi Uzunluk testi ile (Wechsler, 1955), mental kapasiteleri ŞKT ile (Pascual-Leone & Burtis, 1974) ölçülmüştür. Araştırma sonuçları hipotezi doğrular niteliktedir. Araştırmanın önemli bir sonucu ise $Z > X$ olduğu durumlarda öğrencinin soru ile başa çıkabilmesini başka bir deyişle sorunun mental talebini

kendi kapasite sınırları içerisinde tutmasına olanak sağlayan ve "Y" sembolü ile ifade edilen önceki bilgileri, şemaları ve stratejilerin kullanımıdır. Bu durum diğer çalışmalarda ifade edilen chunking mekanizması olarak da ifade edilmektedir (Tsaparlis ve Angelopoulos, 2000; Tsaparlis, 1998). Araştırmacılar bu durumu piyano çalan birisinin gerçek bir müzisyene dönüşmesi sürecine benzeterek açıklamaktadırlar. Bu açıklamada bireyin gerçek bir müzisyene dönüşmek için başlangıçta çok zor olan, bütün akorları veya bütün çubukları tek bir bakışta okumayı başarabilmesi gerektiği belirtilmektedir. Bu durum ancak stratejiler geliştirerek sağlanacağı ifade edilmektedir. Eğer birey bu stratejileri geliştiremezse mental talebi çok yüksek olan bu etkinliği gerçekleştirmesi mümkün olamayacaktır. O yüzden soruların mental talebi çok yüksek olsa da bu konuda strateji geliştirebilen bireyler, bu dezavantajdan daha az etkileneceğinin düşünüldüğü ifade edilmektedir.

Niaz (1988a) çalışmasında üniversite öğrencilerinin mantıksal yapısı aynı ama farklı mental talebe sahip problemlerdeki performanslarının fonksiyonel mental kapasite ile olan ilişkisini araştırmıştır. Araştırmada öğrencilerin fonksiyonel mental kapasiteleri ŞKT ile (Pascual-Leone & Burtis, 1974) ile ölçülmüş, problemlerin mental talebi ise Pascual-Leone tarafından önerilen (1972) görev analizi ile tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda problemlerin mental talebi arttıkça öğrenci başarısının azaldığı aynı zamanda mental kapasitenin yordama gücünün arttığını belirtilmektedir.

Niaz (1988b) çalışmasında aynı mantıksal yapıya sahip olan kimya problemlerinin M talebinin manipülasyonunun (artışı), farklı fonksiyonel mental kapasiteye, bilişsel stillerle ve MDY'ye sahip üniversite öğrencilerinin performansı üzerine etkisini araştırmaktadır. Araştırmada öğrencilerin MDY, Lawson Mantıksal Düşünme Sınıf Testi ile (Lawson, 1978); bilişsel stilleri GSFT ile (Witkin, vd., 1971); fonksiyonel mental kapasiteleri ŞKT ile (Pascual-Leone & Burtis, 1974) ile ölçülmüş, problemlerin mental talebi ise Pascual-Leone tarafından önerilen (1972) görev analizi ile tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin MDY, bilişsel stiller puanları sabit tutulduğunda, bir sorunun mental talebine yapılan manipülasyon (artış) sonrasında öğrencilerin performanslarında bir azalma olduğu bulunmuştur. Bu durum problemin çözüm süreci için gerekli olan bilgi miktarındaki küçük değişikliklerin bile, M kapasitenin sınırlarının aşılacak, çalışma belleğinin aşırı yüklenmesine neden olabileceği ile ilişkilendirilmektedir. Bunlara ek olarak öğrencilerin fen kavramlarını öğrenme düzeyleri incelenirken sadece MDY değil bunun dışında bilişsel

stiller ve fonksiyonel mental kapasite değişkenlerinin de araştırılması gerektiği önerilmektedir.

Niaz ve Robinson (1992) alışmalarında üniversite ğrencilerinin kimyasal eşitlikler ile ilgili problemlere ilişkin performanslarında MDY'nin etkisini araştırmışlardır. Bu araştırmada öğrencilere aynı mantıksal yapıya sahip fakat mental talep açısından farklı problemler sunulmuştur. Araştırmada ğrencilerin MDY'leri Mantıksal Düşünme Grup Testi (Roadrangka, Yeany & Padilla, 1983); mental kapasiteleri şKT (Pascual-Leone & Burtis, 1974) ile ölçölmüştür. Araştırma sonucunda mantıksal yapı sabit kalırken, bir sorunun M talebini artırmak ya da azaltmak suretiyle öğrencinin performansını her iki yönde de etkileyebileceği sonucuna varılmıştır. Araştırma sonucunda ise, A (M-talep = 6) ve B (M-talep = 7) olmak üzere iki madde aynı mantıksal yapılara sahip ise, ğrenci performanslarında gözlenen farklılık fonksiyonel mental kapasite miktarına atfedilerek açıklanmaktadır.

Tsaparlis, Kousathana ve Niaz (1998) alışmalarında moleküler denge problemlerinin mantıksal yapısı ve mental taleplerine yapılan müdahalelerin lise ğrencilerinin başarıları üzerine olan etkisini araştırmışlardır. Bunlara ek olarak MDY, alışma hafızası kapasitesi, fonksiyonel mental kapasite ve alan bağımlı-bağımsız bilişsel stiller değişkenleri arasındaki ilişki araştırılmış ve Johnstone–El-Banna tarafından önerilen problem çözme performansını açıklayan model de test edilmiştir. Bu modele göre benzer mantıksal yapıya sahip problemlerde sorunun mental talebi arttıkça, ğrenci performansında bir azalma beklenmektedir. Araştırmada ğrencilerin MDY'leri, Lawson Mantıksal Düşünme Sınıf Testi (Lawson,1978) ile; çalışma hafızası kapasiteleri Wechsler Yetişkin Zeka Testi'nin bir parçası olan Sayı Dizisi Uzunluk testi ile (Wechsler, 1955), fonksiyonel mental kapasiteleri şKT ile (Pascual-Leone & Burtis, 1974); bilişsel stilleri GSFT (Witkin, 1978) ile ölçölmüştür. Araştırmada kullanılan problemler farklı operatif şemalara ve mental talebe sahip 9 tane denge problemidir. Soruların mental talebi, problemin çözümü için kullanılan maksimum işlem adımı sayısı dikkate alınarak hesaplanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre soyut işlemler döneminde olan, çalışma hafızası ve mental kapasitesi yüksek olan alan bağımsız öğrenciler daha yüksek performans elde ettiği görölmektedir. Soruların mantıksal yapısı zorlaştıkça, MDY'i (gelişimsel seviye) ğrenci başarısının en büyük yordayıcısı olarak belirtilmektedir. Araştırmanın fen eğitimi açısından ilgili önemli bir yönü ise soruların M-talebi düşük olsa bile mantıksal karmaşıklığı artması birçok ğrenci için bir

engel teşkil etmektedir. Bunun dışında diğer önemli bir yönü ise soruların M-talebinin artması ile öğrencilerin performanslarında görülen azalmadır. Araştırmacılar bu durumun algoritmik problemlerin çözümünde öncelikle düşük mental talebi olan sorulardan başlayarak, mental talebin giderek arttırılması şeklinde çözülebileceğini belirtmektedirler. Bu yolla öğrenciler başlangıçta soruların çözümü için gerekli olan stratejileri öğrenebilecek ve gerekli motivasyonu elde edebilecekleri ifade edilmektedir. Araştırmacılar algoritmik problemlerin anlaşılmasının, kavramsal anlayış gerektiren yeni sorunların çözümüne yol açan "aşamalı geçiş" için gerekli bir ön şart olduğunu belirterek araştırmanın önemini vurgulamaktadırlar.

Tsaparlis (1998) çalışmasında üniversite öğrencilerinin mental talebi sabit olan ($M\text{-talep}=2$) kimyasal sentez problemlerindeki performanslarına MDY, bilişsel stiller, fonksiyonel mental kapasite ve çalışma hafızası kapasitesi değişkenlerinin etkisini araştırmışlardır. Bu araştırma Johnson ve El-banna tarafından önerilen problem çözme modelinin etkili bir şekilde işlemesi gerekli olan şartlar da test edilmiştir. Bu modelde soruların mantıksal yapısı basit olması, bilişsel stillerin etkisini ortaya çıkaracak özelliklerin olmaması ve sorunun mental talebini azaltma etkisi yapan chunking mekanizmasının kullanılmaması (benzer problemlerle daha önce karşılaşılmamış olmaması) durumunda, çalışma hafızası kapasitesinin öğrenci başarısı için önemli bir yordayıcı olduğu belirtilmektedir. Araştırmada öğrencilerin MDY'leri, Lawson Mantıksal Düşünme Sınıf Testi (Lawson,1978) ile; çalışma hafızası kapasiteleri Wechsler Yetişkin Zeka Testi'nin bir parçası olan Sayı Dizisi Uzunluk testi ile (Wechsler, 1955), fonksiyonel mental kapasiteleri ŞKT ile (Pascual-Leone & Burtis, 1974); bilişsel stilleri GSFT (Witkin, 1978) ile ölçülmüştür. Araştırma sonucunda Johnson ve El-banna'nın modelini doğrulamış ve çalışma hafızası yüksek olan öğrencilerin problem çözme performansları daha yüksek olduğu görülmektedir.

Tsaparlis ve Angelopoulos (2000) çalışmalarında lise öğrencilerinin farklı mental talebe sahip olan kimyasal sentez problemlerini çözme başarılarını araştırmışlardır. Araştırmada kullanılan problemler Johnstone'un önerdiği farklı özellikteki 8 tür problemidir. Bunlar en basit şekli algoritmik problemler olan karmaşıklığı giderek artan problemlerdir. Araştırmada öğrencilerin çalışma hafızası kapasiteleri Wechsler Yetişkin Zeka Testi'nin bir parçası olan Sayı Dizisi Uzunluk testi ile ölçülmüştür. Araştırma sonucunda çalışma hafıza kapasitesi yüksek olan öğrencilerin düşük olanlara göre daha başarılı oldukları ve problemin mental talebi arttıkça öğrenci başarısının azaldığı görülmüştür. Aynı zamanda sorunun mental talebi

öğrencilerin çalışma hafızası kapasitesini geçtiğinde de öğrenci performansında çok ciddi azalmaların olduğu görülmektedir. Bu azalış farklı çalışma hafızası kapasitesine sahip tüm öğrencilerde görülmekle birlikte, yüksek kapasiteye sahip öğrencilerin performansları diğerlerine göre daha iyi olduğu görülmektedir. Araştırmacılar bu durumu yüksek kapasiteli öğrencilerin, soruların mental talebi kapasitelerini geçse bile, gruplama mekanizmalarını daha iyi kullanmalarından kaynaklandığını belirtmektedirler. Araştırmacılar sonuçlardan yola çıkarak, düşük mental talebe sahip problemlerle öğretime başlayarak, gerekli stratejiler öğrenildikten sonra daha karmaşık problemlere geçilmesini bu şekilde de öğrencilerin kendilerine güvenmeleri sağlanarak (deneyim ve motivasyon arttığı için) sorunun mental talebini kendi kapasiteleri içinde tutmalarının sağlanacağını belirtilmektedirler. Öğrencilerin bu durumu başarmaları ise gruplama mekanizmalarının (chunking) kazanılması yolu ile sağlanacağı ifade edilmektedir. Aynı zamanda öğrencilerde bu geçişi verimli ve tatmin edici hale getirmek için, öğretmenlerin stratejileri şansa bırakmamalarını ve öğretim boyunca vurgulamaları ve bilinçli olarak öğretmeleri gerektiği belirtilmektedir.

Boujaoude, Salloum ve Abd-El-Khalick. (2004) çalışmalarında lise öğrencilerinin algoritmik ve kavramsal problem çözme başarılarında, öğrenme yaklaşımları (ezberci-anlamalı öğrenme yaklaşımı), mental kapasite, MDY değişkenlerinin etkisini araştırmışlardır. Bu etkiyi araştırırken kullanılan algoritmik problemleri mental taleplerine göre gruplamışlardır. Araştırmada öğrencilerin MDY'leri MDYT (Tobin & Capie 1981) ile mental kapasiteleri ŞKT ile (Pascual-Leone & Burtis, 1974), öğrenme yaklaşımları, Öğrenme Yaklaşım Ölçeği ile (Entwistle and Ramsden 1983) ölçülmüştür. Öğrencilerin kavramsal anlamaları matematiksel hesaplama yapmayı gerektirmeyen 5 sorudan oluşan Kimya Kavram Testi ile ölçülmüştür (Nakhleh, 1993; Niaz, 1991). Algoritmik problemler ise matematiksel hesaplama gerektiren problemlerdir. Araştırmada yapılan regresyon analizi sonucunda 3 değişken kavramsal problemlerin istatistiksel olarak anlamlı yordayıcıları olarak bulunurken, algoritmik problemler için böyle bir etki bulunamamıştır. Bu değişkenlerin düşük ve yüksek mental talebe sahip algoritmik problemler için anlamlı etkisinin olmaması, araştırmanın yapıldığı örneklemdaki öğrencilerin ulusal sınavlara hazırlanmak için bu tarz problemlerin çözümünde tecrübeli olmaları ile ilişkilendirilmektedir.

Danili ve Reid (2004) çalışmasında 15-16 yaşlarındaki öğrencilerin alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stilleri ve çalışma hafızası kapasitelerinin öğrenci başarısı üzerindeki

etkisini araştırmış daha sonra bu değişkenler ile ilgili yetersizliklerin azaltmak için çeşitli materyaller geliştirerek sonuçları değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada öğrencilerin alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stilleri, Gizli Figür Testi (Witkin vd., 1977); çalışma hafızası kapasiteleri, Sayı Dizisi Uzunluk testi; kimya başarıları ise araştırmacılar tarafından geliştirilen bir test ile ölçülmüştür. Araştırma sonucunda alan bağımsız ve çalışma hafıza kapasitesi en yüksek olan öğrenciler en iyi ortalamalara sahipken, alan bağımlı ve düşük çalışma hafıza kapasitesine sahip öğrenciler en düşük ortalamaya sahip olduğu görülmektedir. Çalışmanın ikinci kısmında yüksek bir çalışma belleğinin talep edildiği öğrenme durumlarını en aza indirmek ve böylece kimyayı çalışma hafıza alanlarından bağımsız olarak tüm öğrenciler için daha erişilebilir hale getirmek için öğretim ortamı tasarlanmıştır. Kontrol grubunda geleneksel öğretim yöntemi (ders kitapları ve tahtanın kullanıldığı) kullanılmıştır. Deney grubunda, daha düşük çalışma belleğine sahip olanlar için öğretimin daha erişilebilir olmasını sağlayan özelliklere sahip olan materyaller kullanılmıştır. Öğrenilecek bilgi daha az olduğunda öğrenme daha kolay hale gelebilir ama bu çalışmada böyle bir yol izlenmemiştir. Materyal, daha küçük adımlarla ve küçük çalışma kitaplarını kılavuz olarak kullanarak öğretilmiştir. Amaç öğrenciler tarafından işlenmesi gereken materyal miktarını azaltarak çalışma belleğinin yükünü azaltmak olarak belirtilmektedir. Aynı zamanda materyaller, alan bağımlı öğrencilere yardımcı olmak için gereksiz bilgilerden mümkün olduğunda arındırılarak sunulmuştur. Araştırma sonucunda yapılan analizler deney grubundaki öğrencilerin puan ortalamalarının kontrol grubuna istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu ifade edilmektedir.

Mental kapasite alanyazını incelendiğinde farklı cinsiyet gruplarındaki kapasite farklılığını araştıran çok az sayıda araştırmanın olduğu görülmektedir (Hindal, 2007; Hindal, Reid, Whitehead, 2013). Bu araştırmaların temel amacı cinsiyet ve mental kapasite arasındaki ilişkiyi incelemek olmasa da bir alt problem olarak bu değişkeni de incelemişlerdir. Her iki araştırma da ortaokul öğrencileri ile yürütülmüş ve öğrencilerin mental kapasiteleri Şekil Kesişim Testi (Pascual-Leone & Burtis, 1974) ile ölçülmüştür. Araştırmalarda yapılan analizler neticesinde farklı cinsiyet gruplarının mental kapasiteleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olmadığı ifade edilmektedir.

2.2.5.Uzamsal Yetenek

Uzamsal yetenek, pek çok disiplinde başarıyı elde etmek için gerekli olan bir bilişsel değişkendir. Uzamsal yetenek ile ilgili araştırmalar 1800'lü yıllardan bu yana artarak devam etmektedir. Bu yetenek ile ilgili ilk çalışmalar Sir Frances Galton tarafından başlatılmıştır. Bu çalışmalarda zihinsel imgelemlerin kullanılması vasıtasıyla bireyler arasında gözlenen zihinsel eğilimlerde farklılığı araştırılmıştır. Zihinsel imgeler bireye özgüdür ve nesneye, mekâna ilişkin deneyimler vasıtası ile oluşturulmuş yapılardır (Kurt, 2002). 1990'lü yıllara gelindiğinde ise Spearman zekânın tek faktörlü bir yapıda olduğu belirten genel zekâ kuramı ortaya atmıştır. 1920'lerden sonra ise yapılan faktör analizi çalışmalarında zekânın tek boyutlu bir yapıda olmadığı 7 farklı bileşenden oluştuğu öne sürülmüştür. Bu bileşenlerden birisinin de uzamsal zekâ olduğu belirtilmiştir. 1940-1960 yıllarında yapılan çalışmalarda, faktör analizi tekniği kullanılarak uzamsal yeteneğin alt bileşenleri tespit edilmeye çalışılmıştır. 1960 yıllardan sonra ise uzamsal yeteneği etkileyebilecek çeşitli değişkenler tespit edilmeye çalışılmıştır (Harle & Towns, 2010; Kurt, 2002). Günümüzde ise uzamsal yetenek bilişsel faaliyetlerin spesifik bir boyutu olarak düşünülerek ve zekâ testlerinin bir grup faktörü olarak test edilmektedir (Petrill & Wilkerson, 2000). Uzamsal yetenek, Gardner'ın Çoklu Zekâ Kuramı'nda (Gardner, 1983) yer alan yedi zekâ boyutundan birisi olarak değerlendirilmektedir. Gardner uzamsal zekâyı, bireyin uzamsal dünyanın zihinsel bir modelini oluşturma ve bu modelle çalışma becerisi olarak tanımlamıştır (1983'den akt, Khine,2017). Pek çok araştırmacı kuramda belirtilen zekâ alanlarının geçerliliği ile ilgili çalışmaların eksik olduğunu belirtse de, kuramın zekâyı sadece sözel ya da matematiksel bağlamda ele alan zekâ ölçümlerinin ilerisine taşıdığı için benimsemişlerdir (Collins, 1998'den aktaran Black, 2003).

2.2.5.1.Uzamsal Yeteneğin Tanımı

Piaget ve Inhelder (1956) çocukların bilişsel gelişimleri üzerinde yaptıkları araştırmada çocuklarda uzay-mekân kavramının nasıl şekillendiğini de incelemiştir. Piaget ve Inhelder'ın açıklamalarına göre (1956) , uzay-mekân anlayışı farklı aşamalardan geçerek ilerler ve soyut işlemler dönemine gelindiğinde ise tam anlamıyla gelişmiş olur. Piaget ve Inhelder uzamsal düşüncenin gelişiminde üç aşamanın olduğunu öne sürmüşlerdir:

1) Topolojik mekân ilişkileri: 0-7 yaş aralığında olan çocukların sahip oldukları ilk mekânsal ilişkiler topolojik mekân ilişkileridir. Bunlar, yakınlık, kopukluk, düzen,

çevreleme ve süreklilik ilişkileridir. Bu yaş grubundaki çocuklar perspektif, açı, uzaklık ilişkilerini çizimlerine yansıtamamaktadırlar.

2) Projektif mekân ilişkileri: Somut işlemler döneminde olan çocuklar nesnelerin döndürülürken sahip oldukları yeni görselleştirmelerini kullanarak çizimlerine 3 boyutlu bir ifade katmaya çalışmaktadırlar.

3) Öklidyen (metrik) mekân ilişkileri: Bu aşamadaki çocuklar, uzay ve büyüklük gibi nesneler arasındaki mutlak ilişkileri dikkate alan çocuk perspektif kurallarını çizimlerine yansıtabilmektedir (aktaran Çanakçıoğlu, 2012).

Uzamsal yetenek ile ilgili araştırmalar 1800'lü yıllardan bu yana artarak devam etmektedir. Uzamsal yetenek sadece fen derslerinde değil pek çok derste başarıyı yordayan önemli bir değişken olmakla birlikte uzamsal yeteneğin tanımı belirleyen bileşenlerinin ne olduğu konusunda araştırmacılar arasında fikir birliği bulunmamaktadır. Linn ve Petersen (1985, s. 1480) uzamsal yetenek alanyazınının oldukça karışık olduğunu belirtmektedir. Lohman (1979, s.126-127) uzamsal yeteneği, soyut görsel nesneleri, düzenleme, koruma ve oluşturma yeteneği olarak tanımlamıştır. En basit seviyede uzamsal düşünme, uzamsal uyaranları eşleştirmeyi, dönüştürmeyi, hatırlamayı ve kodlamayı gerektirdiğini belirtmiştir. Linn ve Petersen (1985) meta-analiz çalışmasında uzamsal yeteneğin sembolik veya sözsüz bilgiyi temsil etme, dönüştürme, oluşturma ve hatırlama becerisini ifade ettiğini (s. 1482) bildirmektedir. Carrol (1993) uzamsal yeteneği, görsel olarak algılanan nesnelerin şekil ve konumlarını anlama, bu şekillerin ve konumlarının zihinsel temsillerini oluşturma ve bu temsillerin zihinsel olarak manipüle etme yeteneği olarak ifade etmiştir. Carrol (1993) tüm bu yeteneği "görsel algı" terimini kullanarak açıkladığını ifade etmektedir.

2.2.5.2.Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri

Uzamsal yeteneğin bileşenleri hakkında farklı bilim adamları tarafından farklı sınıflandırmalar yapılmıştır. Bu sınıflandırmaların sayısı oldukça fazladır. Bu durum ise uzamsal yetenek literatürünün anlaşılmasını zorlaştırmaktadır. D'Oliveira (2004) uzamsal yetenek alanyazınında görülen karmaşıklığı aşağıdaki şekilde özetlemiştir:

- Farklı isimler altında benzer tanımlamaların yapılması
- Uzamsal yeteneğin farklı bileşenleri için aynı isimlerin kullanılması

- Araştırmacılar tarafından ortaya atılan uzamsal yetenek bileşenlerinin sayısının 2'den 10 kadar çıkması
- Uzamsal yeteneğin bileşenlerinin farklı araştırmacılar tarafından farklı isimlerde kullanması hatta aynı araştırmacının farklı yayınlarında farklı isimlerin kullanılması şeklindedir.

Alanyazında görülen bu karmaşıklıktan dolayı bu araştırmada, faktör analizi tekniği kullanılarak yapılan sınıflandırma çalışmalarının meta analizini yapan ve alanyazında sıklıkla atıfta bulunulan sınıflandırmalara yer verilecektir. Bu meta analiz çalışmalarının ilki Lohman (1979) tarafından yapılmıştır. Lohman (1979) uzamsal yeteneğin 3 temel bileşeni olduğunu ifade etmektedir. Bunlar:

1. Uzamsal İlişkiler: Bu faktör hem iki boyutlu hem üç boyutlu cisimlerin zihinsel olarak rotasyon edilmesini içerir. Döndürmenin hızı bu faktörün bir bileşeni değildir.
2. Uzamsal Yönelim: Bu faktör bir cismin farklı perspektiften bakıldığında nasıl görüldüğünü tahmin etmeyi içerir.
3. Uzamsal Görselleştirme: Bu faktör, uzamsal ilişkiler ve yönelim etkinliklerinden daha kompleks etkinlikleri içerir. Bu etkinlikler uzamsal şekilsel bileşenlere sahiptir. Bir figürün parçasının yerini değiştirme ya da hareket ettirdiğinde nasıl görüneceğini tahmin etme bu bileşene ait etkinliklerin özelliklerindendir (akt. Harle & Towns, 2010).

Bir başka sınıflandırma Linn ve Petersen (1985) tarafından yapılmıştır. Araştırmacılar meta-analiz çalışmasında uzamsal yeteneğin 3 bileşene sahip olduğunu belirtmiştir. Bu bileşenler:

1. Uzamsal Algılama: Çevredeki dikkat dağıtıcı uyaranlara rağmen, kişinin kendi bedenindeki yönelimle ilgili uzamsal ilişkileri içerir. "Uzamsal algılama etkinlikleri dikkat dağıtıcı ipuçlarını ortadan kaldırma veya üstesinden gelmeye odaklıdır" (s.1428). Bu boyut alanyazında sıklıkla Çubuk-Çerçeve Testi (the Rod and Frame Test), Su Seviyesi Testi (the Water Level Test) ile ölçülmektedir.
2. Zihinsel Döndürme: İki veya üç boyutlu bir figürü hızlı ve doğru bir şekilde döndürmeyi içeren bir süreçtir. Bu boyut alanyazında sıklıkla Zihinsel Döndürme Testi (Mental Rotations Test), Kart Döndürme Testi (Card Rotations Test) ve Küp Karşılaştırma Testi (Cube Comparisons Test) ile ölçülmektedir.
3. Uzamsal Görselleştirme: Uzamsal olarak sunulan bilginin karmaşık ve çok basamaklı manipülasyonlarını içeren bir süreçtir. Uzamsal görselleştirme gerektiren

etkinliklerde uzamsal algılama ve zihinsel döndürme için gerekli olan süreçler kullanılabilmektedir. Linn ve Petersen bu karmaşık etkinliklerin çözülebilmesi için analitik stratejilerin gerekli olduğunu ve aynı zamanda çözüm stratejilerin esnek bir şekilde uygulanması gerektiğini belirtmektedir (s.1485). Bu boyut alanyazında sıklıkla Minnesota Kağıt Form Testi (Minnesota Paper Form Board), Kağıt Katlama Testi (Paper Folding Test), Gömülü Figürler Testi (Embedded Figures Test), Saklı Figürler Testi (Hidden Figures Test) ile ölçülmektedir.

Carroll (1993) yaptığı meta analiz çalışmasında uzamsal yeteneğin 5 farklı bileşene sahip olduğunu belirtmiştir. Bu faktörlerden Uzamsal İlişkiler ve Uzamsal Görselleştirme bileşenleri Lohman'ın yaptığı sınıflama ile benzerdir. Bunların dışındaki diğer 3 faktör:

Kapatma Hızı: Bireyin nesnenin tamamını önceden bilmeden, kısmen belirsiz bir nesneyi tanımlama özelliğini ifade etmektedir. Bu özellik alanyazında Gestalt Tamamlama (Gestalt Completion), Gizli Kelimeler (Concealed Words) ve Parçalanmış Kelimeler (Mutilated Words) testleri kullanılarak ölçülmektedir.

Kapatma Esnekliği: Bireyin gizli veya gölgeli figür veya figürleri (veya kalıpları) daha karmaşık bir şekil içinden ayırma yeteneğini ifade etmektedir. Bu yapı diğer araştırmacılar tarafından alan bağımsızlık olarak da ifade edilmektedir (Harle & Town, 2010). Bu özellik alanyazında Saklı Figürler (Hidden Figures), Gizli Desenler (Hidden Patterns) ve Kopyalama (Copying) testleri kullanılarak ölçülmektedir.

Algısal Hız: Bireyin özdeş bir öge grubu içinde eşsiz bir ögeyi bulması, görsel alan içinde belirli bir görsel deseni bulması veya öğeler veya desenler belirsiz olmadığında doğru bir şekilde bir veya daha fazla deseni karşılaştırma hızını ifade etmektedir. Bu özellik alanyazında A'nın Bulunması (Finding A's), Sayı Karşılaştırılması (Number Comparison) ve Özdeş Resimler (Identical Pictures) testleri ile ölçülmektedir (Carroll, 1993, p. 304-363).

2.2.5.3. Alan Bağımlı/ Alan Bağımsız Bilişsel Stiller ve Uzamsal Yetenek Arasındaki İlişki

Uzamsal yeteneğin bileşenleri ile ilgili yapılan sınıflandırmaları incelediğimizde Linn ve Petersen (1985)'ün sınıflamasında uzamsal görselleştirme; Carroll (1993)'ün sınıflamasında kapatma esnekliği bileşenlerinde öğrencilerin alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stillerini belirlemek için sıklıkla kullanılan Gömülü Figürler (Embedded Figures Test) ve Saklı

Figürler (Hidden Figures Test) testlerinin kullanıldığı görülmektedir. Alanyazında, bir kişinin algılamadaki bağlamın üstesinden gelebilme derecesini gösteren bu değişkeninin, uzamsal yeteneğin bir alt bileşeni olan bir yetenek mi yoksa bir bilişsel stil mi olduğuna ilişkin tartışmalar mevcuttur. Alanyazında bilişsel stiller kavramının, bilişsel yetenek çatısı altında ele alınması gerektiği ve bu şekilde de akıcı zekâ ve uzamsal görselleştirmenin bir ölçüsü olarak değerlendirilmesi gerektiğine ilişkin açıklamalar bulunmaktadır (McKenna, 1990). Bu yaklaşımlara göre alan bağımlılık ve bağımsızlık bir bilişsel stiller değil, yeteneğe ilişkin bir boyuttur ve dolayısıyla geliştirilebilir niteliktedir (Cronbach, 1977'den aktaran, Idris, 2005, s.92).

Bilişsel stiller kavramı, bilişsel yetenek kavramından farklıdır. Witkin vd. (1977) bilişsel stiller kavramının genel olarak sahip olduğu özellikleri belirttiği çalışmasında, bilişsel stillerin iki kutuplu özellikte olduğunu ve bu yönüyle de yetenek kavramından ayrı değerlendirildiğini belirtmiştir. Bir yeteneğe sahip olup olmama durumu iyi ya da kötü olarak değerlendirilirken; bilişsel stillerde böyle bir durum söz konusu değildir. Her iki kutup da kendi içinde değerlidir. Birinin diğerine üstünlüğü yoktur. Aynı araştırmada bilişsel stillerin zaman içinde istikrarlı oldukları belirtilmiştir. Yetenekler ise zaman içinde, yapılan etkinliklerle geliştirilebilir nitelikteki yapılardır. Yetenekler performansın sonucu ile ilgiliyken, stiller sürece odaklanır. Bu araştırmada bilişsel stiller yapısı Witkin vd. (1977) önerdiği gibi yetenek boyutunda değerlendirilmeyecek ve bireyin algılama sürecini etkileyen bir değişken olarak ele alınacaktır.

İlgili alanyazın incelendiğinde uzamsal yetenek ve alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stil puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olduğunu gösteren çalışmalar vardır (Idris, 1998; MacLeod, Jackson, & Palmer, 1986; Schmidt & Scerbo, 2004; Yazıcı, 2014).

2.2.5.4.Çalışma Hafızası Kapasitesi ve Uzamsal Yetenek Arasındaki İlişki

Çalışma hafızasına ilişkin alanyazında en çok kabul gören modellerden birisi Baddeley'in çok bileşenli çalışma hafızası modelidir. Daha önce bahsedildiği gibi modele göre çalışma hafızası 4 bileşenden oluşmaktadır. Modele göre çalışma hafızasının bilgilerin tutulması ile ilgili bölümü fonolojik döngü ve görsel-mekânsal kopyalama birimleriyken, bilgiyi işleme görevi merkezi yönetici tarafından gerçekleştirilmektedir (central executive system). Bunların dışında episodic buffer adında uzun süreli bellek ve çalışma hafızasının alt

bileşenlerinden gelen (phonological loop, visuospatial sketchpad) bilgileri birleştirmekten sorumlu olan bileşende mevcuttur (Baddeley, 2000). Baddeley'in teorisine ilişkin yapılan en büyük eleştirilerden birisi, çalışma hafızasının en önemli bileşeni olan merkezi yönetici sistemin teorisyen tarafından detaylı açıklamasının yapılmaması olarak belirtilmektedir (Bull & Espy, 2006). Öyle ki bu sistemin hangi bileşenlerden oluştuğuna ilişkin araştırmalar diğer bilim adamları tarafından yapılmıştır. (Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter, & Wager, 2000). Miyake vd. (2000) bu sistemin 3 bileşene sahip olduğunu ve bunların, güncelleme (updating), değiştirme (shifting) ve engelleme (inhibition) bileşenleri olduğunu belirtmektedir. Güncelleme bileşeni, çalışma belleğinde yer alan bilgileri izlemek ve kodlamak için kullanılırken; değiştirme bileşeni, birden fazla görev senaryosu arasında değişiklik yapma yeteneğini ifade etmekte; engelleme bileşeni, dominant otomatik yanıtları kasıtlı olarak engelleme yeteneğini ifade etmektedir.

Uzamsal yetenek alanyazını incelendiğinde, bireylerin bu yeteneğe ilişkin performanslarındaki farklılıkları, çalışma hafızası kapasitesinin bir fonksiyonu olarak görülmektedir (Hegarty & Waller, 2006, p.141; Miyake, Friedman, Rettinger, Shah, Hegarty, 2001). Lisans öğrencilerinden oluşan bir örnekleme, yapısal eşitlik modellemesi tekniklerini kullanarak bu hipotez test edilerek desteklenmektedir (Miyake vd., 2001). Miyake ve ekibinin yaptığı araştırmada bireylerin uzamsal yetenekleri Carrol'un (1993) yaptığı sınıflama dikkate alınarak uzamsal görselleştirme, uzamsal ilişkiler, uzamsal algı çerçevesinde incelenmektedir. Örnek verecek olursak uzamsal ilişkiler testleri, görsel uzamsal temsillerin geçici olarak saklanması hem de bu temsillerin işlenmesini gerektirmektedir. Çünkü uzamsal dönüşüm (örn. Zihinsel döndürme) gerçekleştirmek için hedef figür öncelikle zihinsel olarak temsil edilmelidir. Bu şekilde döndürme işlemi bu iç temsil üzerinde gerçekleştirilebilecektir. Son olarak da elde edilen döndürülmüş temsil başlangıçtaki şekil ile karşılaştırılması gerekmektedir. Çalışma hafızası ise hem görsel uzamsal çalışma hafızası hem de merkezi yönetici sistem değişkenleri olarak ele alınmaktadır. Yapılan analizler neticesinde hem merkezi yönetici sistemin hem de görsel-uzamsal çalışma hafızasının uzamsal yeteneğin 3 bileşenini de istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yordadığı ifade edilmektedir.

Bu araştırmanın odağında yer alan Yapılandırmacı Operatör Teorisi (YOT) çerçevesinde (Pascual-Leone, 1970) Baddeley'in önerdiği bileşenleri incelendiğinde, YOT'da yer alan donanım operatörlerinin, Baddeley'in modelinde yer alan merkezi yönetici sistemin yaptığı

bilişsel işlemlere ilişkin görevleri yaptığı görülmektedir. Bu açıdan düşünüldüğünde bu araştırmanın odak noktalarından olan bireylerin zihinsel döndürme yeteneğindeki performans farklılıklarının mental kapasitelerinin bir fonksiyonu olduğu düşünülmektedir.

2.2.5.5.Mantıksal Düşünme Yeteneği ve Uzamsal Yetenek Arasındaki

İlişki

Piaget, bireylerin bilişsel gelişiminde duyu motor, işlem öncesi, somut işlemler ve soyut işlemler olmak üzere birbirini takip eden 4 dönemin olduğunu açıklamaktadır. Somut işlemler döneminde olan bireyler duyularıyla ede ettikleri veriler üzerinde sınırlı yorumlamalar yapabilmektedir. Soyut işlemler dönemine gelmiş olan bireylerin ise çeşitli önermeleri değerlendirmesi için deneyimlemeye ihtiyaçları yoktur; soyut olaylar ve olgular arasında hipo-deductive muhakeme süreçlerini kullanabilmektedirler (Lawson vd., 2000).

Uzamsal yeteneğin bileşenleri incelendiğinde ise genel olarak görsel uzamsal nesnelerin zihindeki temsillerine ilişkin manipulasyonların söz konusu olduğu görülmektedir. Zihinsel döndürme yeteneğinin tanımını incelediğimizde bu yetenek nesnelerin hızlı ve doğru bir şekilde zihinde tutulması, döndürülmesi yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Shepard, Metzler, 1971). Her iki değişkenin doğası incelendiğinde görsel nesneleri zihinlerinde tutarak kolaylıkla manipüle edebilen bireylerin soyut olaylar hakkında akıl yürütmelerini gerektiren etkinliklerde daha yüksek puan alacağı düşünülmektedir. Nitekim bu alan ile ilgili alanyazın incelendiğinde yüksek uzamsal yeteneklere sahip bireylerin mantıksal düşünme yetenek testlerinden aldıkları puanlarında yüksek olduğu görülmektedir (G. Hacıömeroğlu & E.S. Hacıömeroğlu, 2017; Jiang, 2008; Kayhan, 2005; Tai, Yu, Lai, Lin, 2003). Yapılan bu araştırmalar incelendiğinde araştırmaların büyük bir kısmı değişkenler arasındaki korelasyonel ilişkileri incelerken (G. Hacıömeroğlu & E.S. Hacıömeroğlu, 2017; Jiang, 2008; Kayhan, 2005) bir kısmı da varyans analizi ile yüksek ve düşük uzamsal yeteneğe sahip bireylerin mantıksal düşünme düzeylerindeki farklılığı incelediği ve uzamsal yeteneklerin MDY üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir (Tai, Yu, Lai & Lin, 2003).

2.2.6.Zihinsel Döndürme Yeteneği

Zihinsel döndürme yeteneği, Shepard ve Metzler (1971) tarafından "bir nesnenin, içinde bulunduğu düzlemde veya derinlikte döndürölürse nasıl görölüneceğini hayal edebilme yeteneği" olarak tanımlanmaktadır. Zihinsel döndürme yeteneği gelişimsel bir yol izlemektedir. Yaşla birlikte artmakta (Kosslyn, Margolis, Barrett, Goldknopf & Daly, 1990) ve ilerleyen yaşlarda kötölüşmektedir (Dror & Kosslyn, 1994). Zihinsel döndürme yeteneği günlük yaşamda karşılaşılan birçok etkinlikte kullanılmakla birlikte biyoloji, fizik, kimya, geometri gibi derslerde de kullanılması gerekmektedir (Peters, Lehmann, Takahira, Takeuchi, & Jordan, 2006). Öyle ki bu yetenek, bireylerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına yönelimlerini belirleyen temel değışkenlerden birisidir (Wai, Lubinski, & Benbow, 2009). Bu alan ile ilgili yapılan araştırmalar incelendiğinde zihinsel döndürme yeteneğinin, fen başarısı için önemli bir faktör olduğunu belirtilmektedir (Alkan & Erdem, 2011; Black, 2005; Bodner & McMillen, 1986; Carter, LaRussa, Bodner, 1987; Ganley, Vasilyeva & Dulaney, 2014; Guillot, Champley, Batier, Thiriet & Collet, 2007; Kozhevnikov, Motes, & Hegarty, 2007; Vorstenbosch Klaassen, Donders, Kooloos, Bolhuis, Laan, 2013). Bunlara ek olarak yapılan meta-analiz ve derleme çalışmaları da zihinsel döndürme yeteneğinin fen, teknoloji, mühendislik, matematik (FeTeMM) alanlarındaki öğrenci başarısı için temel faktör olduğunu ifade etmektedir (Casey, Nuttall, Pezaris, Benbow, 1995; Harle & Towns; Maeda & Yoon, 2013; N. S. Newcombe & Stieff, 2012; Uttal & Cohen, 2012; Wai, Lubinski, & Benbow, 2009; Wu., Shah, 2004).

Zihinsel döndürme yeteneği ile ilgili alanyazın incelendiğinde erkek öğrencilerin kız öğrencilerden daha iyi performans gösterdiği görölmektedir (Hirnstein, Bayer, & Hausmann, 2009; Linn & Petersen, 1985; Maeda & Yoon, 2013; Pietsch & Jansen, 2012; Sorby, 2009; Titze, Jansen, & Heil, 2010; Voyer, Voyer, & Bryden, 1995; Yıldız, 2009). Zihinsel döndürme yeteneğindeki cinsiyet grupları arasında gözlenen farklılığın bireylerin geçmişte maruz kaldıkları öğrenme fırsatları ve çevresel ve sosyokültürel etmenlerden kaynaklanabileceğini belirtilmektedir (Sharps, Welton & Price, 1993; Sundberg, 1994). Sorby (1999) çocukluk döneminde oyuncaklarla oynamanın, üç boyutlu bilgisayar oyunları ile oynamanın ve bir takım spor faaliyetlerinde bulunmanın uzamsal yeteneğin gelişimine katkı sağlayacağını belirtmektedir. Maeda and Yoon (2013) yaptıkları meta-analiz çalışmasında zihinsel döndürme performansında cinsiyet grupları arasında gözlenen bu farklılığın biyolojik, stratejik, duyuşsal faktörle ve testin uygulanması süreci ile ilgili

değişkenlerden kaynaklanabileceğini belirtmektedirler. Bu meta-analiz çalışmasında performansı etkileyen biyolojik faktörler bireylerin hormon seviyeleri ve hemisferik uzmanlaşma seviyeleri olarak belirtilmektedir. Yapılan araştırmalarda ergenliğe kadar kız ve erkek öğrencilerin zihinsel döndürme etkinliklerindeki performanslarında önemli bir farklılık bulunmamasına rağmen ergenlikten sonra gözlemlenen performans farkı (Nyborg, 1983'den aktaran Mohler, 2008) hormonal seviyenin bu yetenek üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır (Voyer vd., 1995). Yapılan araştırmalarda testosteron hormonunun zihinsel döndürme etkinliklerindeki performansı pozitif yönde etkilerken, östrojenin bu performansı negatif yönde etkilediği ifade edilmektedir (Driscoll, Hamilton, Yeo, Brooks, and Sutherland, 2005; Halpem ve LaMay, 2000). Ayrıca zihinsel döndürme etkinlikleri yapılırken kız ve erkek çocukların aktif olarak kullandıkları beyin bölümleri de farklılık göstermektedir. Erkek çocuklarda bu aktiviteler esnasında beyin sağ parietal bölgesinde bir aktifleşme gözlenirken, kız çocuklarda inferior frontal bölgede bir aktifleşme gözlenmektedir (Hugdahl, Thomsen, & Ersland, 2006; Weiss vd., 2003).

Öğrencilerin zihinsel döndürme ile ilgili etkinlikleri yaparken iki farklı strateji kullandıkları görülmektedir (Geiser, Lehmann & Eid, 2006; Harle & Towns, 2011; Lohman, 1984; Janssen & Geiser, 2010). Bu stratejilerden holistik stratejiyi kullanan öğrenciler cismi bir bütün olarak algılayarak tamamını zihinde döndürebilmektedirler; analitik stratejiyi kullanan bireyler ise cismi parça parça döndürmeye çalışmaktadırlar. Yapılan araştırmalarda holistik stratejiyi kullanan bireylerin zihinsel döndürme etkinliklerini daha kısa zamanda tamamladıkları (Heil & Jansen-Osmann, 2008; Hirnstein vd., 2009; Kail, Carter & Pellegrino, 1979; Janssen and Geiser, 2010), analitik stratejiyi kullanan bireylerin detaylara odaklandığı için döndürme işlemini tamamlamaları için daha uzun zamana ihtiyaç duydukları belirtilmektedir. Aynı zamanda erkekler zihinsel döndürme etkinliklerinde çoğunlukla holistik stratejiyi kullandıkları için bu etkinliklerde daha başarılı oldukları belirtilmektedir (Linn & Petersen, 1985; Peters, 2005; Peters, Laeng, vd., 1995). Çeşitli kaynaklarda holistik stratejiyi kullanan bireyler visualizers ya da rotators; analitik stratejiyi kullananlar ise verbalizers ya da nonrotators olarak da sınıflandırılmışlardır (Kozhevnikov, Hegarty, & Mayer, 2002; Geiser, Lehmann, & Eid, 2006). Zihinsel döndürme yeteneğinde kullanılan stratejiler incelendiğinde analitik stratejiyi kullanan bireylerin daha çok detaylara odaklandığı ve kendisinden beklenen görevi istenilen zamanda tamamlayamadığı görülmektedir. Bu açıdan bakıldığında bu stratejiyi kullanan bireylerin daha çok alan

bağımlı bireyler, holistik stratejiyi kullanan bireylerin ise alan bağımsız bireyler olabileceği söylenebilmektedir. Dolayısıyla bireylerin sahip oldukları bilişsel stillerin, zihinsel döndürme etkinliklerinde kullandıkları stratejiyi etkilediği ve dolayısıyla zihinsel döndürme etkinliklerinden alınan puanları etkilediği düşünülmektedir.

Bireylerin zihinsel döndürme etkinliklerindeki performansına etki eden bir diğer faktör duyuşsal faktörler olduğu belirtilmektedir. Yapılan araştırmalarda öğrencilerin motivasyonunu artırma ve azaltmanın zihinsel döndürme etkinliklerindeki öğrenci performansını anlamlı düzeyde etkilediği görülmektedir. Ayrıca öğrencilerin bu etkinlikleri başarabilecekleri yönünde verilen motivasyonel eğitimlerin kız ve erkek öğrencilerin performansları arasındaki farklılığı azalttığı da ifade edilmektedir. (Moe, 2009, 2016; McGlone ve Aronson, 2006). Son faktör ise testin uygulanmasına ilişkin faktörlerdir. Uygulama esnasında belirli bir zaman sınırını kız ve erkek öğrencilerin performansı üzerindeki etkisine ilişkin alanyazında tutarlı sonuçlar bulunamamıştır. Bazı araştırmacılar etkinlikteki zaman sınırlamasının erkekler lehine bir avantaj olduğunu, zaman sınırı kaldırılması durumunda cinsiyet grupları arasında performans farklılığı bulunmadığını (Goldstein, Haldane & Mitchell, 1990) belirtmekle birlikte zaman sınırı kaldırılrsa bile erkek öğrencilerin daha iyi bir performans göstereceğine ilişkin bulgular bulunmaktadır (Titze, Heil & Jansen, 2008). Gerek biyolojik faktörler gerekse sosyal faktörler erkeklerin uzamsal yetenek performanslarının kızlara göre daha iyi olmasına sebep olsa da, uygun eğitimlerin verilmesi, gerekli tekrarların yapılması ile zaman içinde kızların uzamsal yetenekleri de geliştirebilmektedir (Khine, 2016, s. 10).

İlgili alanyazın incelendiğinde öğrencilerin uygun etkinlikler vasıtasıyla uzamsal yetenek performanslarının geliştirilebileceği yönünde bulgulara rastlanmıştır (Miller & Halpern, 2013; Sanchez, 2012). Araştırmalarda özellikle erken yaşlarda uzamsal etkinliklere katılımın öğrencilerin uzamsal etkinliklerdeki performanslarını etkileyebileceğini göstermektedir. Zihinsel döndürme yeteneğinin verilen eğitimlerle ve geliştirilebileceğine ilişkin yapılan iki meta-analiz çalışmasında (Baenninger & Newcombe, 1989; Uttal, Meadow, Tipton, Hand, Alden, Warren & Newcombe, 2013b) belirtildiği üzere uzamsal etkinliklere ve materyallere odaklanılarak verilen eğitimler zihinsel döndürme yeteneğinin geliştirilmesine olanak sağlamakla birlikte bu gelişim uzamsal yeteneğin diğer bileşenlerine de olumlu yönde etki etmektedir. Verilen eğitimlerde öğrenci performanslarındaki artış holistik stratejilerin öğretilmesine ek olarak, öğrencilerin bu etkinlikleri yapabileceğine

ilişkin motivasyonlarının artırılması sağlanmasından da kaynaklanabileceği belirtilmektedir (Moe, 2016). Araştırmacılar uzamsal yeteneğin geliştirilmesi için yapılacak faaliyetlere uzamsal yetenekteki cinsiyet farkı genişlemeden küçük yaşlarda başlanmasının önemli olduğunu savunmaktadırlar (Newcombe & Frick, 2010). Araştırmalar okulöncesi eğitimi almış ortaokul öğrencilerinin, zihinsel döndürme ve uzamsal görselleştirme etkinliklerindeki performanslarını okul öncesi eğitim almayan öğrencilerin performansından daha iyi olduğunu belirtmektedirler (İrioğlu & Ertekin, 2012; Turgut, 2007). Bu çalışmaların yanı sıra yapbozlar, inşaat blokları ve tahta oyunları, origami gibi somut materyallerin (Ginn & Pickens, 2005; Kurtulus, 2011; Nazareth, Herrera, & Pruden, 2013; Olkun, 2003; Werthessen, 1999) ve bilgisayar oyunlarının (Yolcu, 2008; Yılmaz, 2012; Shavalier, 1999; Rafi, Samsudin & İsmail, 2006; Yıldız, 2009) uzamsal yeteneğin gelişimine olumlu yönde etkilerinin olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur. Bunların dışında motor becerilerinin gelişimiyle uzamsal akıl yürütme arasında bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. (Frick, Daum, Walser & Mast, 2009). Bu bulgulara ek olarak beyin görüntüleme çalışmaları ile zihinsel rotasyon etkinliklerini yaparken aktif hale gelen beyin bölgelerinin motor becerileri ile ilişkili olan beyin bölgeleri olduğu bulunmuştur (Halari, Sharma, Hines, Andrew, Simmons, Kumari, 2006). Bu bulgulardan yola çıkan araştırmalar motor becerilerin eğitimini içeren etkinliklerin çocuklarda zihinsel rotasyon performansını arttırdığı göstermektedir (Blüchel, Lehmann, Kellner & Jansen, 2013).

Bazı araştırmacılar da uzamsal yeteneğin ve FeTeMM becerilerinin geliştirilmesi için verilen özel eğitimlerin cinsiyet grupları arasındaki performans farkı üzerindeki etkilerini incelemiştir. (Newcombe & Frick 2010; Wai vd., 2009). Bu araştırmalar sonucunda kısa süreli olarak verilen eğitimlerin bile uzamsal yetenekteki cinsiyet farkının azaltılmasına katkı sağladığı bulunmuştur (Uttal vd., 2013a). Ülkemizde yoğun müfredatı yetiştirme çabasında olan öğretmenlerimiz uzamsal yeteneğin geliştirilmesine yönelik faaliyetleri çoğunlukla kullanmamaktadır. Oysaki uzamsal yeteneğin geliştirilmesi hem FETEMM alanlarındaki öğrenci başarılarının artırılmasına katkı sağlayarak öğrencilerin bilim ve matematik okuryazarlıklarının geliştirilmesini kolaylaştıracak hem de uzamsal yetenek açısından var olan gruplar arasındaki performans farkını azaltacağı düşünülmektedir.

Öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin verilen eğitimlerle, kullanılan somut materyaller ile ya da bilgisayar oyunları vasıtası ile gelişmesi teorik bir temele dayanmaktadır. Piaget'e göre uzamsal düşünme, algı seviyesi (duyular vasıtası ile algılanan) ve hayal gücü (imgeleme)

seviyesi olarak iki farklı seviyede ilerlemektedir. Bu iki seviye aşamalı olarak birbirini takip eder. Algı seviyesinin ardından hayal gücü seviyesine erişilebilmektedir. O halde bireylerin imgeleme seviyesini arttırmak için algı seviyesinin yeterince geliştirmesi gerekmektedir. Piaget (1963'den akt Bayrak, 2008), bu durumu sağlamak için de yapılacak motor aktivitelerin çok önemli olduğunu belirtmektedir.

2.2.6.1.Zihinsel Döndürme Yeteneği İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Bu bölümde sadece zihinsel döndürme yeteneği ve fen başarısı arasındaki ilişkilerin araştırıldığı çalışmaların yanı sıra cinsiyet grupları arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar kronolojik sıra ile açıklanmıştır. Zihinsel döndürme yeteneğinin diğer bilişsel değişkenlerle olan ilişkisini araştıran çalışmalara Bölüm 2.2.6.'da yer verilmiştir.

Bu alan ile ilgili yapılan meta-analiz çalışmalarının sonuçları daha önce açıklandığı için burada sınırlı sayıda araştırmaya yer verilmiştir.

Bodner, Theresa, Mcmillen (1986) “Cognitive Restructuring As An Early Stage in Problem Solving” başlıklı çalışmalarının bir alt problemi olarak üniversitede Genel Kimya dersini alan öğrencilerin kimya problemlerini çözme performansları ile zihinsel döndürme yetenekleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Bu yeteneğin dışında algısal yetenekleri ölçen testlerde kullanılmışlardır. Bu araştırmada öğrencilerin uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme yetenekleri Purdue Döndürme Test (Purdue Visualization of Rotations Test, Guay & McDaniel, 1978) ile kimya problem çözme performansları çoktan seçmeli ve açık uçlu sorulardan oluşan 4 farklı ölçüm ile tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin kimya problem çözme becerilerini ölçen alt testlerden elde edilen puanlarla öğrencilerin uzamsal yetenekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde bir ilişkinin olduğu görülmektedir.

Carter, LaRussa ve Bodner (1987) çalışmalarına üniversite öğrencilerinin uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme yetenekleri ile kimya başarıları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Bu araştırmada öğrencilerin uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme yetenekleri Purdue Döndürme Test (Purdue Visualization of Rotations Test, Guay & McDaniel, 1978) ile kimya performansları çoktan seçmeli sorulardan oluşan vize ve final sınavlarından aldıkları notların ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme yetenekleri ile kimya başarıları

arasında istatistiksel olarak anlamlı, pozitif yönde ve küçük büyüklükte bir ilişkinin olduğu görülmektedir.

Guillot, Champley, Batier, Thiriet ve Collet (2007) çalışmalarının bir alt problemi olarak üniversite öğrencilerinin zihinsel döndürme yetenekleri ve anatomi başarıları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Öğrencilerin zihinsel döndürme yetenekleri, Zihinsel Döndürme Testi (Vandenberg & Kuse, 1978 ile anatomi başarıları ise çoktan seçmeli sorulardan oluşan sınav soruları ile ölçülmüştür. Araştırma sonucunda yapılan varyans analizi neticesinde öğrencilerin zihinsel döndürme yeteneğinin anatomi başarıları üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu belirtilmektedir.

Kozhevnikov, Motes ve Hegarty (2007) çalışmasında üniversite öğrencilerinin fizik dersindeki kinematik problemlerini çözme başarıları ile uzamsal görselleştirme yeteneği arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Öğrencilerin uzamsal görselleştirme yetenekleri Kağıt Katlama Testi ve Kart Döndürme ve Küp Karşılaştırma testleri ile (Ekstrom, French & Harman, 1976) kinematik problemlerini çözme başarıları ise diagnostik sorulardan oluşan Kinematik Problem Çözme testi ile ölçülmüştür. Araştırma sonucunda öğrencilerin kinematik problemlerini çözme başarıları ile uzamsal görselleştirme yetenekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı, pozitif yönde bir ilişkinin olduğu görülmektedir.

Ganley, Vasilyeva ve Dulaney (2014) çalışmasında sekizinci sınıf öğrencilerinin fen performansındaki cinsiyet farklılıklarındaki zihinsel döndürme yeteneğinin potansiyel rolünü test etmeyi amaçlamışlardır. Öğrencilerin zihinsel döndürme yetenekleri Zihinsel Döndürme testi (Vandenberg & Kuse, 1978) ile fen başarıları ise Massachusetts eyaletinde uygulanan genel bir değerlendirme sınavının fen bölümünden alınan puanın kullanılması ile tespit edilmiştir. Bu sınav yer bilimleri, yaşam bilimleri, fiziksel bilimleri ve teknoloji/mühendislik konularına ilişkin çoktan seçmeli ve açık uçlu sorulardan oluşmaktadır. Araştırma sonucunda yapılan yol analizi neticesinde cinsiyet (erkekler lehine) değişkeninin ve tüm alanlardaki fen başarısını istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yordamakta olduğu ve bu iki değişken arasında zihinsel döndürme yeteneğinin aracı etkiye sahip olduğu görülmektedir. Araştırma sonucunda elde edilen bu sonuç, uygulanacak etkinlikler ile öğrencilerin zihinsel döndürme yeteneklerinin artırılması ile cinsiyet grupları arasında görülen başarı farkının azaltılabileceğine ilişkin fikirleri desteklediği belirtilmektedir.

Maeda ve Yoon (2013) meta-analiz çalışmalarında hem cinsiyet farkının zihinsel döndürme yeteneği üzerindeki etkisini hem bu farklılığı etkileyen uygulamaya ilişkin faktörlerin etkisini araştırmışlardır. İncelen araştırmalarda bireylerin zihinsel döndürme yeteneği, Purdue Döndürme Test (Purdue Visualization of Rotations Test, Guay & McDaniel, 1978) ile ölçülmüştür. Araştırmada 40 temel çalışmadan elde edilen bulgulara göre bu test ile ölçülen zihinsel döndürme yeteneğindeki 70 etki büyüklüğü kullanılmıştır. Sonuçlar, erkek katılımcıların testte kadınlardan daha iyi performans gösterdiğini göstermektedir (Hedges' $g=0.57$). Moderatör analizi, Purdue Döndürme Test tarafından ölçülen uzamsal yetenek görevleri üzerindeki erkek üstünlüğünün zaman sınırlarının uygulanmasıyla ilişkili olduğunu göstermektedir. Araştırmada performanstaki cinsiyet farkının, katı bir şekilde zaman sınırlaması (madde başına 30'a eşit veya daha az) uygulandığında daha da belirginleştiği görülmektedir.

2.2.7.Bilişsel Stiller

Alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stilleri açıklamadan önce bilişsel stiller kavramını açıklamak gerekmektedir. Cronbach ve Snow (1977), bilişsel stilleri bir kişinin gördüğü, hatırladığı ve düşündüğü her şeyi organize ederken tercih ettiği bilgi işleme stratejisi olarak tanımlamaktadır. Witkin vd., (1977), bilişsel stillerin, iki kutuplu bilişsel yapıları içeren bütüncül bir terim olduğunu belirtmektedir. Başka bir tanımda bilişsel stiller, bireylerin farklı durumlara tepki verme biçimleri olarak ifade edilmektedir. Bilişsel stiller, bireyin problemleri anlama, düşünme, hatırlama, yargılama ve çözme biçimlerini etkilemektedir. Alanyazında stil ve yetenek kavramı sıklıkla birbirinin yerine kullanılmakla birlikte bu iki kavram oldukça farklı olduğu belirtilmektedir. Bireyin sahip olduğu yetenekler, bireyin genetik mirasından kaynaklanırken, bilişsel stiller bu yeteneklerin nasıl geliştiğini etkilemektedir (Saracho, 1997, s.3). Yetenekler performansın sonucu ile ilgiliyken, stiller sürece odaklanmaktadır. Aynı zamanda yetenekler tek kutuplu bir özellik sergilerken stiller iki kutuplu olmaktadır. Bir yeteneğe sahip olup olmama durumu olumlu ya da olumsuz olarak değerlendirilirken stiller için böyle bir değerlendirme söz konusu olmamaktadır. Kutbun her ucunun duruma göre olumlu bir özelliği bulunmaktadır. Alanyazında bilişsel stiller kavramı ile öğrenme stratejileri de sıklıkla birbirine karıştırılmaktadır. Öğrenme stratejileri, bireylerin problemi çözmek için problemin ya da etkinliğin özelliğine göre kendisinin öğrendiği ya da geliştirdiği yollar olarak tanımlanmaktadır (Morgan, 1997'den

aktaran Şen, 2010). Messick (1984) bilişsel stilleri çok çeşitli durumlarda bilinçli bir seçim yapılmaksızın kendiliğinden uygulanan bir yapı, bilişsel stratejilerin ise, alternatif yaklaşımlar arasında bilinçli veya bilinçsiz kararları yansıtan, belirli durumların bir fonksiyonu olarak çeşitlilik gösteren bir yapı olduğunu belirtmektedir. (s. 62). Başka bir ifade ile bireylerin sahip olduğu bilişsel stiller, onların etkinlik için kullanacağı stratejiyi seçme eğilimini belirlemektedir. Bazı durumlarda bireylerin sahip olduğu bilişsel stiller bazı etkinlikleri başarmak için uygun olmayabilir, bu gibi durumlarda bireyler problemi çözmek için kendi stillerine uygun stratejileri oluşturmaktadırlar (Riding & Rayner, 1998; Niaz, 1996).

Bilişsel stiller ile ilgili 40 yılı aşkın bir süredir kuramsal ve deneysel araştırmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar neticesinde de çok sayıda bilişsel stiller boyutu tanımlanmaktadır. Messick (1984) yapmış olduğu çalışmada 9 farklı bilişsel stiller boyutunu açıklamaktadır (Alan Bağımlı/Alan Bağımsız; Reflektiflik/İçtepkişellik; Düzleştirme/Keskinleştirme vd.). Bu boyutlar arasında farklılıklar olduğu kadar benzerliklerde bulunmaktadır. En büyük benzerlik ise tüm boyutların iki kutuplu olma özelliğinde olması olarak belirtilmektedir. Witkin vd. (1977) bilişsel stillerin farklı boyutlarının tanımlarından yola çıkarak bilişsel stillerin özelliklerini açıklamıştır. Bilişsel stiller:

1. Bireylerin algılama, düşünme, problem çözme, öğrenme ve başkaları ile olan ilişkilerindeki farklılıklar ile ilgilidir. Bilişsel bir aktivitenin içeriğinden ziyade formu ile ilgilidir. Başka bir ifade ile bilişsel stiller süreç odaklıdır.
2. İnsan zihninin sınırlarını aşan bütüncül bir yapıya sahiptir. İnsanların yaptığı tüm faaliyetleri etkilemektedir.
3. Zaman içinde tutarlı ve istikrarlıdır. Bu durum bilişsel stillerin değiştirilemez oldukları anlamına gelmemekle birlikte pek çok insanın zaman içinde bilişsel stilleri değişmemektedir. Normal şartlar altında, bir gün belirli bir stile sahip bir kişinin ertesi gün, ayda ve hatta yıllar sonra aynı stile sahip olacağı belirtilmiştir. Bu istikrar, uzun metrajlı rehberlik ve danışmanlık hizmetleri açısından ciddi bir avantaj olarak görülmektedir.
4. İki kutupludur. Bu özellik, bilişsel stilleri zekâ ve diğer yetenek boyutlarından ayırabilme açısından önemlidir. Çünkü daha fazla yetenek sahibi olmak, ondan daha azına sahip olmaktan daha iyidir. Öte yandan, bilişsel stillerde, her kutup

belirli şartlar altında bir değere sahiptir ve bu nedenle bu koşullarla ilişkili olarak olumlu olarak değerlendirilebilmektedir. Witkin vd. (1977) bu durumu Quinlan ve Blatt (1972) yapmış olduğu çalışma ile detaylandırmıştır. Bu çalışmada araştırmacılar psikiyatri bölümü hemşireleri ile cerrahi bölümü hemşirelerin bilişsel stillerini alan bağımlılık/alan bağımsızlık açısından karşılaştırmışlardır. Araştırma sonucunda psikiyatri grubunun nispeten alana bağımlı; cerrahi grubunun alan bağımsız bireylerden oluştuğu belirtilmektedir. Bu sonuç her iki bölümde yapılması gereken görevler düşünüldüğünde şaşırtıcı bulunmamıştır. Çünkü psikiyatri hemşireliğindeki çalışmalarda insanların ilgisine ve sosyal duyarlılığa büyük önem verilmekte, analitik becerilerin kullanımı çok önemli olmamaktadır. Bu durum göreceli olarak alan bağımlı bireyin yapısına uymaktadır. Buna karşılık, cerrahi hemşireliğinde sosyal ilişkiler ve hassasiyetler ön planda değildir. Cerrahi bölümü hemşiresi için başarı, cerrahi bir tepsideki çok sayıda aletten doğru aletin çabucak çıkarılmasıdır. Bu beceriye sahip birisinin alan bağımsız olması muhtemel olduğu ifade edilmektedir (akt. Witkin, vd., 1997).

Bugüne kadar belirlenen bilişsel stiller arasında, alan bağımlı/alan bağımsızlık, en çok incelenmiş ve eğitim-öğretim problemlerinde en geniş uygulamaya sahip olan bilişsel stiller boyutu olarak belirtilmektedir (Witkin vd., 1977).

2.2.7.1. Alan Bağımlı/Alan Bağımsız Bilişsel Stiller

Witkin bu alandaki çalışmalarına öncelikle algı yoluyla çevreyle temas kurma süreci açısından kişiliği araştırarak başladığı belirtilmektedir. Bu araştırmalar neticesinde organize bir algı alanını kolaylıkla parçalayıp, istenilen öğeyi kendi bağlamından kolayca ayıran bir kişi, alan bağımsız; bir öğeyi kendi bağlamından yeteri kadar ayıramayan ve hakim olan alanı veya bağlamı kolayca kabul eden kişi de alan bağımlı bir birey olarak tanımlanmaktadır (Witkin vd., 1977). Bu durum alanyazında sıklıkla istenilen mesajı gürültüden ayırarak algılanması durumu olarak da ifade edilmektedir. Operasyonel olarak alan bağımlılık/alan bağımsızlık bireyin basit bir figürü karmaşık bir arka plandan ayırıştırma kabiliyetini ölçen bir yapı olarak tanımlanmaktadır. Ayırıştırma, bir parçanın arka plan alanından görsel olarak ayrılabilme yeteneğini ifade etmektedir. Bu nedenle, alana bağımlı bireyler, şekilleri yok sayarak alanı bir bütün olarak algılamaları ile karakterize edilmektedirler (Witkin, Oltman,

Raskin,& Karp, 1971). Bu algısal ve entelektüel işleyiş, analitik alan yaklaşımından bütüncül alan yaklaşımı arasında değişen bireysel farklılıklara sebep olmaktadır. Yeniden yapılandırma becerileri ve kişilerarası yeterlikler, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stillerinin karşı kutuplarında konumlandırılmaktadır. Bu kutuplar arasında sürekli bir spektrum bulunmaktadır. Kutupların bir ucunda yeniden yapılandırma becerileri olan analitik küme (alan bağımsız), diğer taraftan da kişilerarası becerilere sahip bütüncül küme (alan bağımlı) bulunmaktadır (Saracho, 1997, s.10).

Witkin ve Goodenought'a (1981) göre bireylerin bilişsel stillerinin alan bağımlı ya da alan bağımsız olmasında 3 temel öge dikkate alınmaktadır:

- a. İç ve dış referanslara bağlılık
- b. Bilişsel yeniden yapılandırma yeteneği
- c. Kişilerarası ilişkilerde yeterlilik

Bu öğeleri açıklayacak olursak: Alan bağımsız-alan bağımlılık boyutu bireyin bilişsel ve sosyal alandaki etkinliklerinde bireyin dışındaki algı dayanaklarından daha az ya da daha çok etkilenme eğilimi olarak tanımlanmaktadır. Alan bağımsız bireyler, içinde bulundukları alanın karmaşık yapısını çözümlemeye ve belirli bir öğeyi karmaşık bir bütün içinden bulup çıkarabilmede, dışsal uyarıcılardan alan bağımlı bireylere göre daha az etkilenmektedirler. Alan bağımlı bireyler algılarını etkileyen dışsal uyarıcılara önem verirken, alan bağımsız bireyler için dışsal uyarıcılar değil içsel uyarıcılar etkili olmaktadır. Sonuç olarak da alan bağımsız bireylerin almış oldukları kararlarda yanılma ihtimalleri düşük olmaktadır. İki biliş stili için diğer bir farklılık da bilginin zihne alınma şekli ile alakalı olduğu belirtilmektedir. Alan bağımsız bireyler dışarıdan gelen bilgiyi parçalayarak başka bir ifade ile analiz ederek alırlarken, alan bağımlı bireyler bilgiyi bütüncül olarak almaktadırlar. Her iki biliş stili için en belirgin ve önemli farklılık ise alınan bilginin zihinde yapılandırılma durumu ile ilgilidir. Alan bağımsız bireyler dışarıdan bilgi gelince öncelikle bilgiyi düzenleyerek, organize ederek, yeniden yapılandırarak şemalarına uygun hale getirerek var olan şemalarına yerleştirmektedirler. Alan bağımlı bireyler ise gelen bilgiyi yapılandırmadan, olduğu gibi kabul etmektedirler (Jonassen & Grabowski, 1993). Alan bağımlı ve bağımsız bireylerin özellikleri aşağıda Tablo 6'da özetlenmektedir (Saracho, 1997, s.12).

Tablo 6

Alan Bağımlı- Alan Bağımsız Bilişsel Stillerdeki Bireylerin Özellikleri

Alan Bağımsız Birey	Alan Bağımlı Birey
1. Analitik olma eğilimindedir;	1. Bütüncül olma eğilimindedir;
2. Yapılandırma gerektiren sorunları çözebilir;	2. Aynı tür sorunları çözmek için daha uzun zamana ihtiyaçları vardır;
3. Çevredeki alanlardan bir ögeyi soyutlayabilir;	3. Alanın bir bütün olarak algılar;
4. Kendini ortamdan tecrit etme gibi bazı özel savunma mekanizmalarını kullanır;	4. Baskı ve inkâr gibi savunma mekanizmalarını kullanır;
5. Otoriteden bağımsız;	5. Otoriteden veya akranlarından etkilenir;
6. Kendi değer yargılarına ve standartlarına bağımlıdır;	6. Öz tanımlama için harici bilgi kaynakları kullanır;
7. Sosyal ilişkilerde etkin değildir.	7. İnsanlara güçlü iletişim içindedir, insanların duygu durumları ile ilgilenir ve çevresinde insanların olmasını ister;
8. Çoğunlukla bireysel çalışmaların yapılabileceği astronomi veya fizik gibi mesleklere ilgi duyar.	8. Öğretmenlik, satış elemanlığı veya rehberlik gibi başkaları ile ilişki kurmayı gerektiren meslekleri tercih eder;
9. Fizik, matematik gibi soyut konulara ilgi duyar.	9. Sosyal bilimler gibi doğrudan doğruya insanları ilgilendiren konulara ilgi duyar.

Alan bağımlı ve bağımsız bireylerin özellikleri yukarıdaki tabloda verilmekle birlikte bu bilişsel stillerin birbiri üzerinde her hangi bir üstünlüğü bulunmamaktadır. Özerk, kendi kendine çalışmayı seven alan bağımsız kişiler bilişsel yeniden yapılandırma becerilerini geliştirirken, bilgi ve onay için diğerlerine bağımlı kişiler sosyalleşebilme kabiliyetini geliştirmektedirler (Kogan, 1987'den aktaran Saracho, 1997).

2.2.7.2. Alan Bağımlı/Alan Bağımsız Bilişsel Stiller ve Öğretim Ortamı

Bu alan ile ilgili yapılan çok sayıda araştırma neticesinde alan bağımlı ve bağımsız öğrencilerin öğrenme etkinliklerindeki performanslarının farklılık gösterdiği bulunmuştur. Alan bağımlı öğrenciler grupla ve işbirliği yaparak çalışma yapılması gereken, yönergelerin açıkça verildiği ve daha önceden öğrenilen bilgilerin hatırlanmasını gerektiren etkinliklerde alan bağımsız öğrencilere göre daha üstün bir performans göstermektedirler. Alan bağımsız öğrenciler ise problem çözmede (özellikle matematik), bir dilin yapısal kurallarını öğrenmede, bir bilgi kötü bir şekilde düzenlenmiş olsa bile önemli yönlerini tespit etmede, öğrenilen bilgiyi farklı durumlara uygulama ve bir fikrin altında yatan yapıyı tespit etme konusunda alan bağımlı öğrencilere göre daha üstün bir performans göstermektedirler (Jonassen & Grabowski, 1993).

Bireylerin bilişsel stilleri, öğrenme biçimini, kullandıkları strateji seçimlerini etkilemektedir. Bu sebeple öğrencilerin bilişsel stillerini bilmek, öğrencilerin gelişimini desteklemeye yardımcı olmak için kullanılabileceği gibi bilişsel stillere uygun öğretim ortamları tasarlanarak öğrencilerin eğitim başarısını ve öğretimin verimliliğinin artırılmasına katkı sağlanmaktadır (Globerson, 1985). Alan bağımlı ve bağımsız bireylerin öğretimsel faaliyetler esnasında başarılı olabilmeleri için gerekli olan özellikler aşağıdaki tabloda belirtilmiştir (Saracho & Gerstl, 1992'den aktaran Saracho, 1997)

Tablo 7

Alan Bağımlı/ Alan Bağımsız Bilişsel Stillerdeki Bireylerin Öğretim Faaliyetlerinde Başarılı Olmasını Sağlayan Özellikler

Alan bağımlı birey,	Alan bağımsız birey,
Organizasyona ihtiyaç duyar;	Çevrelerini planlamaya ve organize etmeye ihtiyaç duyar;
Amaçların açıkça belirtilmesine ihtiyaç duyar;	Dikkat dağıtan bilgileri çıkarmak ister;
Sosyal etkileşime ihtiyaç duyar;	Daha önce düzenlenmiş bir plan takvimini takip etmek ister;
Öğretim materyalini sosyal bağlamda anlamaya ihtiyaç duyar;	Bireysel çalışmak ister, öğrenme esnasında herhangi bir sosyal etkileşime girmek istemez;
Sözlü öğretim yerine somut ve görsel örneklerin kullanıldığı öğretim stratejileri ile bilgi edinmek ister;	Analitik akıl yürütmeyi kullanmak ister; Uzun süre dikkatini toplayabilir;
Negatif geri dönüt yerine pozitif geri dönüte ihtiyaç duyar;	Negatif olsa bile geribildirim için olumlu tepkiler verir.
Örneklerin verildiği, gerekli rehberliğin yapıldığı sosyal etkileşimli bir öğrenme ortamına ihtiyaç duyar	Grafik ve çizelgeleri kullanmak ister; Deneme yanılma yöntemini kullanmak ister; Sözlü ya da yazılı yönergeleri anlar; Sıra dışı etkinliklere katılmak ister;

Bu bilgiler ışığında öğretmenler kullandıkları öğretim yöntemlerini farklı bilişsel stillerdeki öğrencilerin ihtiyaçlarına göre şekillendirebilmektedirler. Pek çok birey hem alan bağımlı hem de alan bağımsız bilişsel stillerin özelliklerini taşımaktadır. Öğretmenler öğrencilerinin hem güçlü oldukları stratejilerini kullanmalarını sağlayarak hem baskın bilişsel stillerinden farklı stratejileri yavaş yavaş tanıtarak öğrencilerin sahip olduğu strateji repertuarlarının

geliştirilmesini kolaylaştırabilmektedirler. Başarılı olan öğrenciler, belirli bağlamda hem alan bağımlı hem de alan bağımsız bilişsel stillerinin güçlü yanlarını kullanarak, daha farklılaşmış stratejiler kullanabilen kişiler olarak belirtilmektedir (Saracho ve Spodek, 1981). Her iki bilişsel stillerin kendi içinde güçlü ve zayıf olduğu yanları olduğu görülmektedir. Araştırmacılar bu alanla ilgili çeşitli araştırmaların sonuçlarından yola çıkarak öğrencilerin hem kendi bilişsel stillerinin avantajlarını kullanarak hem de eksiklerini tamamlayarak daha başarılı bireyler olmasını sağlayacak bazı öneriler sunmaktadırlar. Bu öneriler aşağıda belirtilmektedir:

Alan bağımlı öğrenciler için,

- İyi organize edilmiş, yapılandırılmış etkinlikler düzenlenmeli,
- Etkinliğin belirgin özelliklerinin anahtar hedeflerle eşleşmesi sağlanmalı,
- Alan bağımlı bir öğrenci, alan bağımsız bir öğrenci veya öğretmen ile eşleştirilmeli,
- Bol miktarda geribildirim verilmeli,
- Stres orta seviyede tutulmalı,
- Belirli bir alan için bir yapı modeli sunarak, öğrenciyi ilgili alanda çalışmaya teşvik edilmeli
- Bir konuya başlarken yapıyı açıkça gösteren başlama egzersizleri, bol ipuçları, tutarlı geri bildirim verilmeli; öğrenci ilerledikçe, önce egzersizler sonra ipuçları ve en sonra da düzenli geri bildirim sonlandırılmalıdır.

Alan bağımsız öğrenciler için öneriler,

- Alan bağımsız bir öğrenci, alan bağımlı bir öğrenci veya öğretmen ile eşleştirilmeli,
- Yapı tam olarak verilmeden, rehberlik edilerek, öğrenci merkezli öğrenmeye izin verilmelidir,
- Görevle alakalı olmayan materyalleri etkinlikten çıkarılması gerekir,
- En başarılı sonucun daima dışsal bir desteğe bağlı olduğu bir görevler sunulmalı,
- Birlikte hareket etmenin gücü gösterilmeli ve takım çalışmasına teşvik edilmelidir (Jonassen ve Grabowski, 1993, s.97-98).

Öğretmenler, bazen öğrencilerin bilişsel stilleri için uygun olmayan taleplerde bulunabilirler. Derslerde öğrenilen kavramlar çoğunlukla somut örneklerle değil de soyut temsillerle anlatılmakta ve çoğunlukla düz anlatım yöntemi kullanılmaktadır. Bu durum alan bağımsız öğrenciler için bir avantaj olmakla birlikte alan bağımlılar için büyük bir dezavantajdır. Öğretmenler öğrencilerin bilişsel stillerinden haberdar olduklarında ve davranışlarını öğrencilerin özelliklerine göre düzenlediklerinde ise bu dezavantaj azalabilmektedir. Bilişsel stiller konusunda unutulmaması gerek bir husus okul ortamında, çoğu öğretmenin ideal öğrenci olarak gördüğü bireylerin alan bağımsız öğrenciler olmasına rağmen (Bertini, 1986'den akt Saracho, 1997) alan bağımlı öğrenciler okul dışındaki sosyal iklimde daha tercih edilen birey olmasıdır.

2.2.7.3. Alan Bağımlı/Bağımsız Bilişsel Stiller ve Öğretmen-Öğrenci

Etkileşimi

Öğretmenlerin bilişsel stillerinin rolü öğretme-öğrenme sürecinde önemli olduğu ifade edilmektedir (Witkin vd, 1977; Saracho ve Spodek, 1981). Öğretmenlerin sahip olduğu bilişsel stiller, öğretmenlerin sınıftaki davranışlarını yönlendirecektir. Öğretmenlerin davranışları ise sahip olunan bilişsel stillere göre ya daha sosyal ya da daha kişisel bir yönelimi barındıracaktır. Başka bir ifade ile öğretmenlerin bilişsel stilleri ya öğrencilerinin başkaları ile etkileşim içinde olmasını destekleyecek sosyal bir yönde olacak ya da daha soyut bir öğretim programı içeriğinde olacaktır (Saracho, 1980). Witkin vd. (1977) alan bağımsız öğretmenlerin toplumsal unsurlara odaklanmak yerine bilişsel öğretim öğelerini vurguladıklarını, sonuç olarak bu öğretmenlerin öğrenci ihtiyaçlarına daha az duyarlı bir öğretim ortamı oluşturduklarını belirtmektedirler. Alan bağımlı öğretmenlerin ise sınıf tartışmalarını, öğrenmeyi güçlendirmek için etkili bir öğretim stratejisi olarak kullanarak bu stratejiyle sosyal etkileşimi teşvik ettiklerini belirtmektedirler. Benzer bir şekilde Mahlios (1989), ders esnasında alan bağımsız öğretmenlerinin sorgulama ve keşif yapmayı destekleyecek teknikleri kullandıklarını, alan bağımlı öğretmenlerin ise ikili etkileşimlerin gerçekleştiği sınıf tartışmalarını kullandıklarını belirtmektedir. Ayrıca alan bağımsız öğretmenlerin öğrencilerden gelen cevapları alan bağımlı öğretmenlere göre daha fazla eleştirdiği belirtilmektedir. Bu bağlamda Devore (1983'den akt. Griffin, 1997) 'un yapmış olduğu araştırmadan yola çıkarak öne attığı fikirler dikkat çekicidir. O öğrencilerin ve öğretmenlerin sahip olduğu bilişsel stillerin öğrencilerin fen başarısını büyük ölçüde

etkileyeceğini belirtmektedir. Fen dersleri doğası gereği araştırma-sorgulamaya dayalı öğretim yöntemlerinin sıklıkla kullanıldığı bir derstir. Bu sebeple iyi yapılandırılmamış sorgulama yöntemi, alan bağımlı öğrenciler için problem oluşturmaktadır. Çünkü alan bağımlı bireyler çoğunlukla bu yöntemi tercih etmemektedirler dahası bu yöntemin iyi bir şekilde yapılandırılmadan kullanılması alan bağımlı öğrenciler için hali hazırda var olan problemi daha da büyüteceği belirtilmektedir. Fen derslerine giren öğretmenlerin alan bağımlı olması durumunda ise iyi yapılandırılmamış araştırma-sorgulamaya dayalı öğretim yönteminin kullanılması muhtemeldir. Çünkü alan bağımlı öğretmenler için de bu yöntem oldukça zorlayıcıdır. Devore (1983) , Witkin ve meslektaşlarının yaptığı, ilkökul öğretmenlerinin genellikle alan bağımlı olarak nitelendiren araştırma bulgularından hareketle fen derslerini veren öğretmenlerin araştırma-sorgulamaya dayalı öğretim yöntemi ile ilgili kapsamlı eğitimlere tabi tutulması gerektiğini belirtmektedir.

Bu alan ile ilgili yapılan bazı çalışmalarda, öğretmenlerin ve öğrencilerin bilişsel stilleri arasında bir eşleşme yapılmasının öğretme ve öğrenme çıktılarında olumlu bir etkiye sahip olduğuna dair bazı kanıtlar elde edilmiştir. Witkin vd. (1977), yaptıkları bir çalışmada matematik derslerinde, öğretmenler aynı bilişsel stilleri olan öğrenciler ile eşleştirildiğinde öğrenme çıktılarının daha iyi olduğunu ifade etmektedirler. Alan bağımsız öğrenciler, bu konuları öğreten öğretmenlerin de alan bağımsız olması durumunda matematik ve fen dersinde iyi bir performans sergileyebilmektedirler. Bu sonuçlara karşın Saracho ve Spodek (1981) 2. ve 5. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirdiği çalışmasında, öğretmen alan bağımsız olduğunda alan bağımsız öğrencilerin alan bağımlılara göre daha iyi olduğu; alan bağımsız öğrencilerin hem alan bağımlı hem alan bağımsız öğretmenler ile eşit derecede başarılı olduğunu; alan bağımlı öğrencilerin ise öğretmenleri alan bağımsız olduğunda daha başarılı olduğunu belirtmektedirler. Benzer sonuç Jolly (1980) (akt. Jonassen ve Grabowski, 199, s.95) yapılan çalışmada da belirtilmektedir.

Öğretmenler kendi bilişsel stilleri ne olursa olsun, öğrencilerinin bilişsel stillerinin farkında olarak, kullandıkları öğretim yöntemlerini daha önce belirtilen öneriler doğrultusunda düzenlediği takdirde öğrenciler hem daha iyi öğrenecek hem de bilişsel eğiliminin avantajlarını kullanacakları düşünülmektedir.

2.2.7.4. Alan Bağımlı / Alan Bağımsız Bilişsel Stillerin Ölçümleri

Bireylerin alan bağımlı / alan bağımsız bilişsel stillerini belirlemek için geçmişten günümüze pek çok ölçme aracı geliştirilmiştir. Bu konu ile ilgili uygulamalı ilk çalışmalar aynı zamanda bir sosyal psikolog olan Herman Witkin ile başladığı belirtilmektedir. Witkin, bireylerin algılaması ve değerlendirme süreçlerinde dışsal etkenlerin rolünü araştıran Solomon Ash ve Muzaffer Şerif'in çalışmalarından feyiz almıştır. Ash ile birlikte yaptığı çalışmalar, bireylerin bir ortamda kendilerini konumlandırma durumları ile ilgilidir. Bu amaçla da 'Vücut Ayar Testi' (The Body Adjustment Test) ve "Çubuk - Çerçeve Testini" (Rod Frame Test) kullanmışlardır (Jonassen ve Grabowski, 1993, s. 91). Bilişsel stilleri ölçmek için ilk kullanılan test Çubuk-Çerçeve testidir (Witkin, 1949'den aktaran Witkin vd., 1977). Çubuk- Çerçeve Testinde, katılımcılar karanlık bir odaya götürülmektedirler. Burada hareketli ışık saçan bir çerçevede bulunan hareketli bir parlak çubuk bulunmaktadır. Katılımcılardan istenen şey ise çubuğu dikey olduğu yere konumlandırmalarıdır. Bu teste alan bağımsız katılımcıların çubuk ve çerçeveyi ayrı nesneler olarak görme eğilimi gösterdikleri ve çerçevenin konumuna bakılmaksızın çubuğu dikey bir konuma getirebildikleri gözlenmiştir. Alan bağımlı olan katılımcılar ise çubuğu çerçeve (alan) ile ilişkili olarak konumlandırma eğiliminde oldukları görülmüştür. Katılımcının çubuk ve çerçeve testi üzerindeki puanı, sekiz denemede çubuğun gerçek dik konumda bulma sayıları olarak hesaplanmıştır. Vücut Ayar Testi, mantıksal olarak Çubuk-Çerçeve testi ile benzerdir. Bu teste algı nesnesi çubuk gibi harici bir nesne yerine katılımcıların vücududur. Bu teste bireyler küçük bir odada bir sandalyeye oturtulmaktadırlar. Katılımcıların bulunduğu oda ve oturdukları sandalyenin saat yönü ve tersine dönebilme özelliği vardır ve katılımcı oturduktan sonra iki nesnede dönmektedir. Bu teste katılımcıdan istenen sandalyenin yere dik olduğunu düşündüğü pozisyonu belirlemesidir (Witkin vd., 1977). Bu testin sonuçları da bir önceki test ile benzerlik göstermiş ve alan bağımlı bireyler bulundukları alanın etkisinde alan bağımsızlara göre daha fazla kalmışlardır.

Bu testler, bireylerin tüm duyu organları ile işleme tabi olmalarını sağlamaktadır. Bu testler her zaman kolaylıkla uygulanamayacağı için aynı amaca hizmet eden daha farklı testler geliştirilmiştir. Geliştirilen yeni testlerden elde edilen puanlarla vücut ayar testi ve çubuk-çerçeve testinden elde edilen puanlar arasındaki korelasyona bakılarak, bu testlerin bilişsel stilleri tespit edebilecekleri düşünülmüştür (Jonassen & Grabowski, 1993). Geliştirilen yeni testler:

1. Saklı Figürler Testi (Embedded Figures Test)
2. Çocuklar için Saklı Figürler Testi (Children's Embedded Figures Test)
3. Grup Saklı Figürler Testi (Group Embedded Figures Test)
4. Gizlenmiş Figürler Testi (Hidden Figures Test)
5. İşitsel Saklı Figürler Testi (Auditory Embedded Figures Test)
6. Dokunsal Saklı Figürler Testi (Tactile Embedded Figures Test)

Bu testlerin hepsi gömülü bir şeklin, çevresindeki alandan tanımlanarak, seçilmesini gerektirmektedir. Çalışmalar, bireylerin bu testlerden alınan puanların yaşa bağlı olarak zamanla arttırdıklarını, ancak aynı görelî duruşlarını sürdürdüklerini (Flexer and Roberge, 1983) aynı zamanda yapılan araştırmalar, verilen eğitimlerin bu testlerden alınan puanları arttırmadığını ortaya koymaktadır (Devore 1983'den aktaran Griffin,1997).

Alan yapısını belirlemek için geliştirilmiş diğêr bir ölçme aracı ise Riding and Cheema'nın (1991) bilişsel stiller analiz testidir (Cognitive Styles Analysis, CSA). Bilgisayar ortamında yapılan bu test, alan bağımlılığı direkt olarak ölçebilmek için 2 alt boyuta sahiptir. Grup saklı figürler testi (GSFT) ve aynı mantıkla hazırlanmış diğêr testlerde alan bağımlılık, alan bağımsızlık üzerinden tanımlanmaktadır. Bilişsel stiller analiz testinin (BSAT) alt boyutları Bütüncül/Analitik (Wholistic/Analytic) ve Sözel/İmgesel (Verbal/Imager) şeklindedir. Atkins, Moore, Sharpe ve Hobbs'a göre (2001) göre bu test, bu alanda çok kabul görmüş alan bağımlı ve alan bağımsız bilişsel stilleri ölçen grup saklı figürler testiden daha güçlü olduğu belirtilmektedir. Ancak BSAT'nin güvenilirliği konusunda araştırmacılar arasında ciddi tartışmalar bulunmaktadır (Rezai & Katz, 2004; Sadler-Smith, 2001; Peterson, Deary & Austin, 2003; Cook, 2008). Rezai & Katz (2004) tarafından lise öğrencileri ile yapılan bir araştırmada testin güvenilirlik katsayısı maksimum 0.55 olarak raporlanmaktadır. Güvenirliğin, testin geçerliliği için gerekli bir şart olduğu düşünöldüğünde, Riding'in (1997) testin geçerliliğine ilişkin yapmış olduğu çalışmalar anlamlı bulunmamaktadır. Testin dayandığı teorik çerçeve ve testin yapısı oldukça iyi olmasına rağmen, sahip olduğu güvenilirlik problemlerinden dolayı herhangi bir araştırmada kullanılması uygun bulunmamaktadır (Rezaei & Katz, 2004).

Bu çalışmada öğrencilerin alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stillerini belirlemek için GFST kullanılmıştır (Witkin vd., 1971). Bu test bu alanda en yaygın kullanılan testtir (Pithers, 2002). GSFT her bir katılımcının alan bağımlılık seviyesini tespit etmek için geliştirilmiştir. Bu test ile ilgili detaylı bilgi ilerleyen bölümlerde verilmiştir.

2.5.7.5. Alan Bağımlı/Alan Bağımsız Bilişsel Stiller ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Yukarıda belirtildiği gibi dışarıdan gelen bilgilerin algılanması sürecinde etkin rol oynayan alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller yapısı, eğitim araştırmalarında büyük ilgi görmüş ve yıllar geçtikçe bu değişkenin önemine ilişkin farkındalık daha da artmıştır. Sonuç olarak bu alanda yapılan çalışmalar hem farklı dersler bağlamında hem farklı örneklemeler kullanılması şeklinde çeşitlendirilmiştir. Bu durumun en önemli sebeplerinden birisi de alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller yapısının yıllar içinde değişmeyen durağan bir yapıya sahip olmasıdır (Witkin vd., 1977). Bu özellik hem rehberlik uzmanları hem de eğitimciler için büyük bir avantaj olmuştur. Bu sayede bu bireysel farklılığa sahip bireylerin farklı öğretimsel koşullarda göstereceği tepkileri incelemek, araştırmacıların daha güvenilir ve geçerli sonuçlara erişmelerine yardımcı olmuştur.

Alan bağımsız bireyler analitik düşünme gerektiren ve bireysel çalışmalar yapabilecekleri alanlara; alan bağımlı bireysel ise bütüncül düşünebilecekleri ve diğer insanlarla ilişki kurmayı gerektiren alanlardaki çalışmalara ilgi duymaktadır. Witkin vd. (1977), pek çok matematikçi, kimyager, biyolog, fizikçi, mühendisin alan bağımsız bireyler olduğunu belirtmektedir. Buna ek olarak alan bağımsız olan lise ve üniversite öğrencileri uzmanlaşmak için matematik, fen, sanat, deneysel psikoloji, mühendislik ve mimarlık alanları tercih ederken alan bağımlı öğrenciler sosyoloji, beşeri bilimler, klinik psikoloji, hemşirelik gibi sosyal boyutu daha çok olan alanları seçmektedirler.

Okuldaki birçok konu, alan bağımlı öğrencilerde daha az gelişmiş olan analitik stratejilerin kullanmalarını gerektirmektedir. Öğretilen konu içeriği daha karmaşık hale geldiğinde ise, hem daha analitik akıl yürütme hem de daha geniş bir bilgi tabanı gerekmektedir (Cohen, 1969). Alan bağımsız öğrenciler fen, matematik gibi alt dallarda kullanılan bu analitik becerilere sahip oldukları için (Witkin vd., 1977) bu alanlarda alan bağımlı öğrencilerinden daha başarılı olmaktadır (Páramo & Tinajero, 1990). Analitik becerileri yeterince olmayan en başarılı alan bağımlı öğrenciler bile, analitik stratejilerden ziyade ilişkisel stratejileri kullandıkları için testlerde alan bağımsızlara göre daha başarısız olmaktadır. (Cohen, 1969; Witkin vd., 1977).

Harding (1990) yapmış olduğu çalışmada alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller ile fen başarısı arasındaki ilişkiyi ortaya koyan çalışmaların sonuçlarını ele almıştır. Bu derleme, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller ile fen başarısı arasında doğrudan ilişki

kuran araştırmaları içermektedir. Araştırmada alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller ile hem fen başarısı hem de mantıksal dūřünme yetenekleri arasındaki ilişkiye ilişkin geniş bir alanyazın özetlenmiştir. Bu çalışmalardan Shymansky ve Yore'un (1980'den akt. Harding, 1990) yaptığı araştırmada 77 öğretmen adayını (ilkokul) test etmişlerdir. Alan bağımlık/ alan bağımsızlığı ölçmek için (GSFT) uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre alan bağımsız öğrencilerin alan bağımlılara göre fen dersinde daha yüksek başarı elde ettiklerini bulmuşlardır. Aynı araştırmada Saurenman ve Michael (1980'den akt. Harding, 1990)'in araştırmasına da yer verilmiştir. Bu araştırmada IQ'leri 132'nin üstünde olan 4-6. sınıflardaki öğrenciler incelenmiştir. Çalışmaya katılanlar yüksek başarı veya düşük başarı kategorisi olarak tanımlanmıştır. Araştırma, yüksek başarı sağlayanların bu gruptaki öğrencilerin, düşük başarı grubundaki öğrencilere göre daha alan bağımsız olduklarını ortaya koymuştur. Lawson (1983'den akt. Harding, 1990), biyolojik evrimle ilgili bir ünite 96 üniversite öğrencisini incelemiştir. Ayırıştırma becerisinin, genel başarının istatistiksel olarak anlamlı bir yordayıcısı olduğunu bulmuştur. Pulos (1983'den akt. Harding, 1990) yedinci, dokuzuncu ve on birinci sınıftaki öğrencilerin alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stilleri ile MDY arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde bir ilişki bulmuştur. Lawson (1976) alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stillerin sekizinci sınıfta okuyan öğrencilerin MDY'nin istatistiksel olarak anlamlı yordayıcısı olduğunu bulmuştur. Collings (1984'den akt. Harding, 1990) 11 ve 12. yaşındaki öğrenciler için benzer sonuçları bulmuştur. Lawson ve Thompson (1988'den akt. Harding, 1990) yedinci sınıf öğrencilerinin genetik ve evrim konularının öğretimi yapıldıktan sonra bu konulara ilişkin sahip oldukları alternatif kavramlarla, MDY, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller, mental kapasite, sözel zekâ arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bu çalışmada MDY ile sahip oldukları alternatif kavramlar arasındaki ilişkiyi istatistiksel olarak anlamlı bulunurken, alan bağımlı/ bağımsız bilişsel stiller arasındaki ilişki anlamlı bulunmamıştır. MDY puanları yüksek olan öğrencilerin genetik ve evrim konularının alternatif kavramları daha az olduğu belirtilmiştir. Hozaki (1987'den akt. Harding, 1990) araştırmalarının bir alt problemi olarak, üniversite öğrencilerinin alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stillerinin ve cinsiyetlerinin uzamsal görselleştirme yeteneklerine olan etkisini araştırmışlardır. Bu araştırmada bir kâğıt katlama sanatı olan origamiye ilişkin farklı eğitimler (yazılı- şekillerle-görsel ve yazılı) verilmiştir. Alan bağımlı/bağımsız bilişsel stillerdeki öğrencilerin bu etkinliklerdeki performansı incelenmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin bilişsel stillerinin (alan bağımsızlar lehine), cinsiyetlerinin (erkekler lehine), hem yapılan origami etkinliğinden alınan puanlar üzerinde

hem kâğıt katlama testinden alınan puanlar üzerine olan etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur. Araştırmacılar sonuçlarını bilişsel stiller yapısının ve cinsiyetlerinin uzamsal görselleştirme becerileri üzerinde önemli rol oynadığını belirterek açıklamışlardır.

Yukarıdaki çalışmalara ek olarak, 1990 yılından sonra bilişsel stiller ile ilgili yapılan araştırma alanyazını tarandığında ise alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller ile akademik başarı arasındaki ilişkinin incelendiği pek çok çalışma bulunduğu görülmüştür. Öyle ki pek çok araştırma sonucuna göre alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller, akademik başarının en güçlü yordayıcısı olarak belirtilmiştir (Terrell, 2002). Tinajero and Paramo'nun (1998) yapmış oldukları derleme çalışmasında tüm disiplinlerdeki (fen bilimleri, sosyal bilimler, dil bilimleri) alan bağımsız öğrencilerin daha başarılı olduğunu belirtilmiştir. Fen eğitimi alanında yapılan çalışmalara bakıldığında ise bilişsel stillerin, fen alanındaki öğrenci başarısı (Roth, 1990; Kirk, 2000; Bahar & Hansell, 2000; Bahar, 2003; Karaçam, 2005; Tsaparlis, 2005; Danili & Reid, 2006; Horzum & Alper, 2006; Ongun, 2006; Ateş & Çataloğlu, 2007; Hindal, Reid & Badgaish, 2009; Altınparmak, 2009; Çelik 2010; Karaçam & Ateş, 2010; Sarı, Altınparmak & Ateş, 2013; Çataloğlu & Ateş, 2013; Obianuju, 2012; Onyekuru, 2015; Muhammad, Daniel & Abdurauf, 2015) ile olan ilişkilerinin incelendiği çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar alan bağımsız öğrencilerin fen başarıları alan bağımlı öğrencilere göre daha yüksektir. Bu çalışmalardan büyük bir kısmında öğrenci başarısını, problem çözme yeteneği (Roth, 1990; Niaz, 1996; Altınparmak, 2009; Kirk, 2000; Bahar, 2003; Danili & Reid, 2006; Tsaparlis, 2005; Horzum & Alper, 2006; Çelik, 2006; Ateş & Çataloğlu, 2007; Stamovlasis, 2009; Hindal vd., 2009; Obianuju, 2012; Sarı, Altınparmak & Ateş, 2013; Muhammad, Daniel & Abdurauf, 2015; Onyekuru, 2015; Okoye, 2016) olarak tanımlamaktadır. Bunların dışında öğrenci başarısını, kavramsal anlama (Bahar & Hansell, 2000; Karaçam, 2005; Kang, Scharmann, Noh & Koh, 2005; Ongun, 2006; Altınparmak, 2009; Ateş & Çataloğlu, 2007; Tsitsipis, Stamovlasis & Papageorgiou, 2009; Karaçam & Ateş, 2010; Stamovlasis & Papageorgiou, 2012; Tsitsipis, Stamovlasis & Papageorgiou, 2011; Stamovlasis, Tsitsipis & Papageorgiou, 2012; Sarı, Altınparmak & Ateş, 2013, Çataloğlu & Ateş, 2013; Kypraios & Papageorgiou, 2014), öğrenci laboratuvar raporlarından alınan puan (Kirk, 2000) olarak tanımlayan çalışmalar da vardır. Ateş ve Çataloğlu'nun (2007) yaptığı çalışmada fen başarısının farklı operasyonel tanımlamasına bağlı olarak alan bağımlı ve bağımsız öğrencilerin problem çözme becerileri arasında anlamlı farklılık varken, kavramsal anlama düzeyleri için gruplar arasında anlamlı farklılığın olmadığı

sonucuna varmışlardır. Bunların dışında yapılan bazı çalışmalar ise (Altınparmak, 2009; Sarı, Altınparmak ve Ateş, 2013), fen başarısının farklı operasyonel tanımlamasına bağlı olarak farklı bilişsel stiller arasında anlamlı farklılığın olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu çalışmaların dışında alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller ile MDY (Roth,1990; Niaz, 1996; Kang, Scharmann, Noh & Koh, 2005; Tsaparlis, 2005; Tsitsipis, Stamovlasis & Papageorgiou, 2010; Stamovlasis, 2010; Stamovlasis & Papageorgiou, 2012; Tsitsipis, Stamovlasis & Papageorgiou, 2011; Stamovlasis, Tsitsipis & Papageorgiou, 2012; Papageorgiou, Markos & Zarkadis, 2016), mental kapasite (Roth,1990; Johnstone & Al-Naeme, 1991; Niaz, 1996; Bahar & Hansell, 2000; Tsaparlis, 2005; Stamovlasis, 2010; Hindal, Reid & Badgaish, 2009; Stamovlasis, Tsitsipis & Papageorgiou, 2012), uzamsal yetenek (İdris, 1998; Schmidt & Scerbo, 2004; Hindal, Reid & Badgaish, 2009; Yazıcı, 2014) ve cinsiyet grupları (Kirk, 2000; Horzum & Alper, 2006; Onyekuru, 2015; Muhammad, Daniel & Abdurauf, 2015) arasındaki ilişkinin araştırıldığı çok sayıda çalışma mevcuttur.

Aşağıda öğrencilerin alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stilleri ile fen başarısı arasındaki ilişkilerin araştırıldığı çalışmaların yanı sıra cinsiyet grupları arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar kronolojik sıra ile açıklanmıştır. Alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stillerin diğer bilişsel değişkenlerle olan ilişkisini araştıran çalışmalara Bölüm 2.2.6.'da yer verilmiştir.

Kirk (2000) çalışmasının bir alt problemi olarak öğrencilerin bilişsel stilleri ve cinsiyetlerinin, kimya başarısının farklı operatif (akademik başarı, problem çözme başarısı, laboratuvar başarısı) tanımlanması ile olan ilişkisi incelenmiştir. Bu bağlamda alan bağımsız öğrenciler, başarının farklı tüm tanımlamalarında alan bağımlı öğrencilerden daha başarılı olmuşlardır. Cinsiyet değişkeni açısından incelendiğinde ise alan bağımsız erkek öğrenciler tüm başarı ölçümlerinde alan bağımlılara göre daha yüksek puan alırken; alan bağımsız kız öğrenciler sadece problem çözme başarısında daha yüksek puan aldığı görülmektedir.

Bahar (2003) çalışmasında farklı bilişsel stillere sahip öğretmen adaylarının farklı öğretim yöntemlerinin (geleneksel- işbirlikli öğretim yöntemi) uygulanma sonucu bu yöntemlerin ve bilişsel stillerin öğrencilerin fen başarıları düzeyine olan etkisini incelemiştir. Bu çalışmada öğrencilerin alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stillerini Witkin'sin (1977) orijinal testinin El-Banna (1987) tarafından düzenlenmiş versiyonu kullanılmıştır. Başarı ölçümü ise öğrencilerin biyolojideki proteinler konusunu anlama düzeylerini ölçmeye yönelik hazırlanmış 20 sorudan oluşan çoktan seçmeli bir test ile ölçülmüştür. Araştırma sonucunda

yapılan analizler neticesinde tüm gruplarda alan bağımsız öğrenciler daha yüksek ortalamalar elde etmiştir. Yapılan iki yönlü anova sonucunda öğretim yöntemi ve bilişsel stiller arasındaki etkileşimin anlamlı çıkması neticesinde ana etkiler yorumlanamamıştır. Ancak yapılan betimsel analiz sonuçlarına bakıldığında daha çok tartışma tekniğinin kullanıldığı deney grubunda alan bağımsız öğrenciler ile alan bağımlı öğrencilerin ortalamalarının birbirine yakın olduğu görülürken, düz anlatım tekniğinin kullanıldığı kontrol grubunda alan bağımsız öğrencilerin ortalamalarının alan bağımlılara göre daha büyük olduğu görülmektedir. Araştırmanın sonuçlarının bu alanla ilgili alanyazın ile uyumlu olduğu belirtilmektedir.

Karaçam (2005) “Farklı Bilişsel stillerdeki Lise Öğrencilerinin Hareket Ve Hareket Yasaları Konularındaki Kavramları Anlama Düzeylerinin Farklı Ölçme Teknikleri İle Tespiti” başlıklı çalışmada lise öğrencilerinin bilişsel stillerinin ve cinsiyetlerinin farklı ölçme teknikleri kullanılarak belirlenen hareket ve hareket yasalarının kavramsal anlaşılmasına olan etkisini araştırmıştır. Bu araştırmada kullanılan farklı ölçme teknikleri, çoktan seçmeli sorular (Kuvvet Kavram Testi, Hestenes, Wells ve Swackhamer, 1992) açık uçlu sorular ve yapılandırılmış grid sorularıdır. Öğrencilerin alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stilleri Saklı Figürler Testi (Witkin vd., 1977) ile ölçülmüştür. Yapılan analizler neticesinde sadece çoktan seçmeli sorulardan elde edilen kavramsal anlama puanları arasında alan bağımlı ve alan bağımsız öğrencilerin ortalamaları arasında istatistiksel farklılık olduğu görülmektedir. Araştırmanın sonuçlarının ilgili alanyazın ile uyumlu olduğu belirtilmektedir.

Danili ve Reid (2006) çalışmalarının bir alt problemi olarak 15-16 yaşlarındaki öğrencilerin farklı formatlarda hazırlanan (çoktan seçmeli, kısa cevap, yapılandırılmış grid) kimya testlerindeki başarısında alan bağımlı ve bağımsız öğrencilerin başarılarını araştırmışlardır. Bu çalışmada öğrencilerin alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stilleri, Gizli Figür Testi (Witkin vd., 1977) ile ölçülmüştür. Yapılan analizler neticesinde tüm değerlendirme formatlarında alan bağımsız öğrencilerin daha başarılı olduğu ifade edilmiştir.

Horzum ve Alper (2006) “Fen Bilgisi Dersinde Olaya Dayalı Öğrenme Yöntemi, Bilişsel stillerin ve Cinsiyetin Öğrenci Başarısına Etkisi” başlıklı çalışmalarında yedinci sınıf öğrencilerinin bilişsel stillerinin, kullanılan öğretim yöntemlerinin (geleneksel- öğrenci merkezli) ve cinsiyetin başarı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Öğrencilerin bilişsel stillerini GSFT (Witkin vd., 1974) ile ölçmüşlerdir. Yapılan analizler sonucunda bilişsel stiller ve kullanılan yöntemi açısından gruplar arasındaki başarı ortalamaları arasındaki fark

istatistiksel olarak anlamlı iken, kız ve erkek öğrencilerin puan ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Ek olarak öğrenci merkezli öğretim uygulamaları yapılan gruplarda alan bağımlı öğrencilerin daha başarılı performans gösterdikleri ifade edilmektedir.

Ongun (2006) “Üniversite Öğrencilerinin Isı ve Sıcaklık Konusundaki Kavram Yanılgıları ve Motivasyon ve Bilişsel stiller arasındaki İlişki” başlıklı çalışmasının bir alt problemi olarak, farklı bilişsel stilleri üniversite öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konularında sahip oldukları kavram yanılgıları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Öğrencilerin bilişsel stilleri Saklı Figürler Testi, ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanılgıları ısı ve sıcaklık kavram testi ile belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarında, teste belirlenen on iki kavram yanılgısından sadece ikisinde alan bağımlı ve bağımsız öğrenciler arasında alan bağımsızlar lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görülmektedir.

Ateş ve Çataloğlu (2007) çalışmalarında üniversite öğrencilerinin bilişsel stillerinin mekanik konularının kavramsal anlama düzeyine ve bu konulara ilişkin problem çözme becerilerine olan etkisini araştırmışlardır. Araştırmada öğrencileri bilişsel stilleri Grup Saklı Figürler Testi (Witkin vd., 1977); kavramsal anlama düzeyleri Kuvvet Kavram Testi (Hestenes vd.,1992); problem çözme becerileri Mekanik Testi (Hestenes & Wells, 1992) ile ölçülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin farklı bilişsel stillerdeki kavramsal anlama puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yokken; farklı bilişsel stillerdeki öğrencilerin problem çözme becerileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu ifade edilmektedir. Araştırmacılar kavramsal anlama puanları arasında bir farklılığın çıkmamasının sebebini Kuvvet Kavram Testinin geçerliliği ile ilgili bir problemten ya da bu testin yapısını, alan yapısını belirlemek için gereken becerileri içermemesinden kaynaklanabileceğini belirtmektedirler. Araştırmacılar öğrencilerin kavramsal anlamaları ve bilişsel stilleri arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılması için iki basamaklı kavramsal anlama testlerinin kullanılmasını önermektedirler.

Karaçam ve Ateş (2010) “Ölçme Tekniğinin Farklı Bilişsel stillerdeki Öğrencilerin Hareket Konusundaki Kavramsal Bilgi Düzeylerine Etkisi” başlıklı çalışmalarında lise öğrencilerinin bilişsel stillerinin farklı ölçme teknikleri kullanılarak belirlenen hareket ve hareket yasalarının kavramsal anlaşılmasına olan etkisini araştırmıştır. Bu araştırmada farklı ölçme tekniği olarak, çoktan seçmeli sorular (Kuvvet Kavram Testi, Hestenes, Wells ve Swackhamer, 1992) ve açık uçlu sorular kullanılmıştır. Öğrencilerin alan bağımlı/alan

bağımsız bilişsel stilleri Saklı Figürler Testi (Witkin vd., 1977) ile ölçülmüştür. Yapılan analizler neticesinde sadece çoktan seçmeli sorulardan elde edilen kavramsal anlama puanları arasında alan bağımlı ve alan bağımsız öğrencilerin ortalamaları arasında alan bağımsızlar lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur olduğu görülmektedir. Araştırmanın sonuçlarının ilgili alanyazın ile uyumlu olduğu ifade edilmektedir.

Çelik (2010) “İlköğretim Öğrencilerinin Bilişsel stiller ve Öğrenme Stillerinin Farklı Ölçme Formatlarından Aldıkları Puanlara Etkisi” başlıklı çalışmasının bir alt problemi olarak farklı bilişsel stillerdeki yedinci sınıf öğrencilerinin atomun yapısına ilişkin farklı formatlarda hazırlanan (çoktan seçmeli, açık uçlu, kısa cevap) başarı ölçümleri arasındaki farklılığı araştırmıştır. Araştırmada öğrencilerin bilişsel stilleri, GSFT (Witkin vd., 1971) ile ölçülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre alan bağımsız öğrenciler üç ölçme formatında da istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek puan aldıkları görülmektedir. Ek olarak yapılan analizler neticesinde bilişsel stiller ve ölçme formatı arasındaki etkileşim anlamlı olduğu ifade edilmektedir. Araştırmacılar bu bilgiler ışığında ölçme değerlendirme etkinlikleri düzenlenirken bilişsel stiller faktörünün göz önüne alınması gerektiğini belirtmektedirler.

Obianuju (2012) çalışmasında farklı bilişsel stillere sahip üniversite öğrencilerinin kavram haritası tekniği kullanılan kimya dersindeki başarıları arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bu araştırmada öğrencilerin bilişsel stilleri GSFT (Witkin vd., 1977) ile ölçülmüştür. Başarı ölçümleri ise kimya başarı testi ile yapılmıştır. Araştırma sonucunda kavram haritası tekniği kullanılarak derslerin işlendiği deney grubu başarı ortalamalarının, geleneksel öğretim yönteminin kullanıldığı gruba göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Her iki grupta da alan bağımsız öğrenciler daha yüksek ortalamalar elde etmiştir. Öğretim metodu ve bilişsel stiller etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır. Araştırmacılar, deney grubunda hem alan bağımlı öğrenciler hem de alan bağımsız öğrenciler kontrol grubuna göre daha yüksek başarı elde ettikleri için, kavram haritası tekniğinin her iki bilişsel stiller için de uygun bir öğretim tekniği olduğunu belirtmektedirler.

Sarı, Altınparmak ve Ateş (2013) “Test Yapısının Farklı Bilişsel stillerdeki Öğrencilerin Mekanik Başarısına Etkisi” başlıklı çalışmasında farklı bilişsel stillere sahip lise öğrencilerinin farklı formatlar (açık uçlu-çoktan seçmeli) ve içeriklerde (kavramsal bilgi-problem çözme) hazırlanan kuvvet hareket konusu başarıları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Araştırmada öğrencilerin alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stilleri Saklı

Figürler Testi ile (Witkin vd., 1977); kavramsal bilgi düzeyleri hem çoktan seçmeli formatta (Hestenes vd., 1992) hem de açık uçlu formatta (Karaçam, 2005) hazırlanan kavram testleri ile; problem çözme yetenekleri ise Temel Mekanik Bilgi Testi (Hestenes ve Wells, 1992) ile ölçülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre tüm ölçme türlerinde alan bağımsız öğrenciler alan bağımlılara göre daha yüksek ortalamalar elde ettiği görülmektedir. Buna ek olarak alan bağımsız ve bağımlı öğrencilerin Kuvvet Kavram Testi ve Temel Mekanik Bilgi Testi’den aldıkları puanlar arasında alan bağımsızlar lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır. Bu durum araştırmacılar tarafından farklı bilişsel stillere sahip öğrencilerin performansının, testin içeriğine bağlı değildir şeklinde yorumlanmaktadır. Öğrencilerin farklı formatlarda hazırlanan kavramsal anlam düzeyleri performanslarında da benzer sonuçlar elde edildiği ifade edilmektedir.

Çataloğlu ve Ateş (2013) çalışmalarında farklı bilişsel stillere sahip olan öğretmen adaylarının itme teorisinin kavramsal anlaşılma düzeyleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Bu çalışmada öğrencilerin bilişsel stilleri GSFT ölçülmüştür. İtme teorisine ilişkin kavramsal anlama düzeyleri Kuvvet Kavram Testi ve Temel Mekanik Bilgi Testi’den alınan sorulardan oluşan iki aşamalı bir test ve aynı amacı taşıyan çoktan seçmeli bir test ile ölçülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin hem iki aşamalı test tekniği kullanılarak ölçülen itme teorisine ilişkin kavramsal anlama puan ortalamaları arasında hem de çoktan seçmeli sorulardan oluşan testten elde ettikleri puanlar arasında alan bağımsız öğrenciler lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunduğu görülmektedir.

Muhammad, Daniel ve Abdurauf (2015) çalışmalarında üniversite öğrencilerinin bilişsel stilleri (alan bağımlı-bağımsız) ve biyoloji başarıları arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bu çalışmada öğrencilerin bilişsel stilleri GSFT (Witkin vd., 1977) ölçülmüştür. Araştırma sonucunda yapılan regresyon analizi neticesinde bilişsel stillerin biyoloji başarısının istatistiksel olarak anlamlı bir yordayıcısı olduğu görülmektedir. Bilişsel stiller, biyoloji başarısındaki varyansın %10’unu açıklamaktadır.

Onyekuru (2015) çalışmasında lise öğrencilerinin bilişsel stilleri, cinsiyetleri, kariyer seçimleri ve akademik başarıları arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Bu çalışmada öğrencilerin bilişsel stilleri GSFT (Witkin vd., 1977) ölçülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre bilişsel stiller ve cinsiyet arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı olduğu, alan bağımsız öğrenciler çoğunlukla erkeklerden, alan bağımlı öğrenciler ise kızlardan oluştuğu görülmektedir. Alan bağımsız öğrenciler fen derslerinde alan bağımlılara göre daha

başarılıyken; alan bağımlı öğrenciler sanat derslerinde alan bağımsızlara göre daha başarı olduğu görülmektedir. Kariyer seçimi konusunda istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde alan bağımsızlar fen alanlarını belirttikleri, alan bağımlı öğrencilerin sanat ile ilgili alanları belirttikleri ifade edilmektedir.

2.2.8. Bilişsel Boyutlu Bireysel Farklılıklar Arasındaki İlişkiler ile İlgili Araştırmalar

Bu bölümde araştırmada yer alan bilişsel boyuttaki bilişsel değişkenlerin birbiri ile olan ilişkisini ele alan çalışmalara yer verilmiştir.

2.2.8.1. Mantıksal Düşünme Yeteneği ve Mental Kapasite Arasındaki İlişki ile İlgili Araştırmalar

Mantıksal düşünme yeteneği ve mental kapasite arasındaki ilişkinin teorik gerekçesi Pascual-Leone tarafından açıklanmaktadır (1970). Bu bölümde bu iki değişken arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalar kronolojik sıra ile açıklanmıştır.

Lawson (1983) çalışmasında fen başarısı ile MDY, alan bağımlı/bağımsız bilişsel stiller, mental kapasite, ön bilgi ve inançlar değişkenlerini incelemiştir. Lawson bu çalışmasında fen başarısını çoktan seçmeli sorular, matematiksel hesaplama gerektiren işlemsel sorular ve essay tarzında sorular olmak üzere 3 ayrı formda ölçmüştür. Araştırmada öğrencilerin MDY'yi the Mantıksal Düşünme Sınıf Testi (Lawson, 1978); bilişsel stillerini Grup Saklı Figur Testi (Witkin vd., 1971); mental kapasitelerini Şekil Kesişim Testi (Burtis & Pascual-Leone, 1974); evrim ve doğal seçim konularına ilişkin ön bilgileri 10 sorudan oluşan çoktan seçmeli bir test; evrim konularına ilişkin inançlarını araştırmacılar tarafından geliştirilen likert tipi bir ölçek ile ölçülmüştür. Bu çalışma Arizona Devlet üniversitesinden mezun biyoloji öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Çalışma sonucunda başarı ölçümlerindeki toplam puan esas alındığında alan bağımlı-bağımsız bilişsel stiller, ön bilgi ve inanç değişkenleri başarının anlamlı yordayıcıları iken, mantıksal düşünme yeteneği ve mental kapasite regresyon denkleminde bulunmadığı belirtilmektedir. Fen başarısı matematiksel hesaplama gerektiren işlemsel soruların çözümü şeklinde tanımlandığında, gelişimsel seviye (mantıksal düşünme yeteneği) başarının en iyi yordayıcısı; fen başarısı çoktan seçmeli sorularla ölçülmüşse evrime yönelik inançlar ve ön bilgi başarının en iyi yordayıcısı; fen başarısı essay

tarzı sorular ile ölçülmüşse mental kapasite başarının en iyi yordayıcısı olarak bulunduğu belirtilmektedir. Lawson matematiksel hesaplamalar gerektiren sorulardaki fen başarısının en iyi yordayıcısının mantıksal düşünme yeteneği olması tesadüf olmadığını, bu sorularda orantısal akıl yürütme gibi bilgiyi işleme mantıksal düşünme yeteneğinin bileşenlerinden birisinin varlığı gerekli olduğunu ifade etmektedir. Mental kapasite doğal seçilime ilişkin essay tarzındaki sorularla ölçülen fen başarısının en büyük yordayıcısı olduğu belirtilmektedir. Essay tarzı sorular çok fazla sayıda bilgi birimin aynı anda işlenmesini gerektirmektedir. Pascual-Leone (1969) 15-16 yaşlarına gelinceye kadar mental kapasitenin maksimum seviyeye ulaşamayacağını o yüzden daha küçük yaştaki öğrenciler için Darwin'in doğal seçim vasıtası ile açıkladığı evrim teorisini anlamının zor olmaktan öte psikolojik olarak imkânsız olduğunu belirtmektedir. Bilişsel stiller üç başarı ölçümünde de de fen başarısının yordayıcısı olarak gösterilmektedir. Sonuç olarak Lawson öğretmenlerin Piagetian (gelişim seviyesi) ya da Ausubelian (ön bilgi) ya da başka türlü herhangi bir psikolojik akımın takipçileri haline gelmemesi gerektiğini savunmaktadır. Bunun aksine, fen başarısına ilişkin farklı bakış açıları bulmak için fen başarısını daha yakından incelemek gerektiğini ve bunun da çeşitli psikolojik perspektiflerden analiz yapılarak gerçekleştirilebileceğini belirtmektedir. Bu bulguların dışında öğrencilerin MDY, mental kapasiteleri, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde, pozitif yönde bir ilişki bulunduğu belirtilmektedir.

Niaz ve Lawson (1985) çalışmalarında üniversite öğrencilerinin deneme yanılma yöntemi kullanarak kimyasal eşitlik problemlerinin çözümüne ilişkin başarıların MDY'nin rolü ve aynı zamanda soru çözümlerindeki işlem basamağı arttıkça öğrenci başarısındaki mental kapasitenin etkisini araştırmışlardır. Öğrencilerin MDY'i Lawson Mantıksal Düşünme Sınıf Testi (Lawson,1978), mental kapasiteleri Şekil Kesişim Testi (Pascual-Leone and Burtis 1974) ile kimyasal eşitliklerle ilgili problem çözme yetenekleri ise 5 farklı kimyasal eşitlik sorusu ile ölçülmüştür. İlk sorunun çözümü için 1 adım yeterli iken, ikinci sorunun çözümü 2 ve sırasıyla diğer sorularda artan karmaşıklığa sahip olacak şekilde sorular düzenlenmiştir. Çalışmada aynı zamanda öğrencilerin alan bağımlı/bağımsız bilişsel stilleri de ölçülmüştür. Bunun için Grup Saklı Figürler Testi (Witkin vd., 1971) kullanılmıştır. Eşitlik 1 ve 5 için yapılan regresyon analizleri neticesinde araştırmanın hipotezinin desteklendiği ifade edilmektedir. Tek adımlı bir soru olan 1. eşitlik probleminin en büyük yordayıcısı MDY (mental kapasite ve bilişsel stiller denklemde yer alamamıştır); 5. eşitlik probleminin en

büyük yordayıcısı mental kapasite olarak bulunmuştur. Bu denklemde MDY de yer almaktadır. Bu bulguların dışında öğrencilerin MDY, mental kapasiteleri, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde, pozitif yönde bir ilişki bulunduğu belirtilmektedir.

Chandran, Treagust ve Tobin (1987) çalışmalarında lise öğrencilerinin MDY, ön bilgi, alan bağımlı / bağımsız bilişsel stilleri ve mental kapasite olarak belirlenen 4 bilişsel faktörün, laboratuvar uygulaması, kimyasal hesaplamalar ve içerik bilgisi testleri ile ölçülen kimyadaki başarısı üzerine olan rolünü araştırmışlardır. Araştırmada çoklu regresyon ve path analizi kullanılmıştır. Araştırmada MDY'yi ölçmek için Tobin ve Capie (1981) tarafından geliştirilen MDYT; bilişsel stilleri ölçmek için Gizli Figürler Testi (Hidden Figures Test, Educational Testing Service, 1966); mental kapasiteyi ölçmek için Burtis ve Pascual-Leone (1974) tarafından geliştirilen Şekil Kesişim Testi kullanılmıştır. Yapılan çoklu regresyon analizi sonucunda sadece mantıksal düşünme yeteneği ve ön bilgi, öğrencilerin kimya başarısında istatistiksel olarak önemli bir varyansı açıklayarak regresyon denkleminde yer almaktadır. Bilişsel stiller ve mental kapasitenin denklemde yer almaması alanyazın ile uyumsuzdur. Bu durum araştırmacılar tarafından yeterli istatistiksel gücü sağlayan bir örneklemin kullanılmaması ile açıklanmaktadır. Bunların dışında öğrencilerin MDY, mental kapasiteleri, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde, pozitif yönde bir ilişki bulunduğu belirtilmektedir.

Niaz ve Robinson (1993) çalışmalarında üniversite öğrencilerinin algoritmik stratejiler gerektiren ve kavramsal anlama gerektiren problemlerin çözümüne ilişkin başarılarının MDY, mental kapasite ve alan bağımlı/bağımsız bilişsel stiller değişkenleri açısından incelemişlerdir. Araştırmada öğrencilerin MDY'leri Mantıksal Düşünme Grup Testi (Roadranga vd., 1982); mental kapasiteleri Şekil Kesişim Testi (Pascual-Leone & Burtis 1974); bilişsel stilleri Grup Saklı Figür Testi (Witkin vd., 1971) ölçülmüştür. Yapılan regresyon analizi neticesinde algoritmik stratejiler gerektiren problemlerin çözümünün en büyük yordayıcı değişkeni MDY, kavramsal anlama gerektiren soruların en büyük yordayıcısı sorudan soruya değişiklik gösterdiği belirtilmektedir. Bunların dışında öğrencilerin MDY, mental kapasiteleri, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde, pozitif yönde bir ilişkinin bulunduğu belirtilmektedir.

Griffin (1997) çalışmasında öğretmen adaylarının MDY'leri, çalışma hafızası kapasiteleri, sözel zekâları ve bilişsel stiller değişkenleri ile kuvvet, ısı, ışık ve elektrik konularına ilişkin sorulardan oluşan kavramsal anlama değişkeni arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Bu çalışmada öğrencilerin MDY'leri, Mantıksal Düşünme Sınıf Testi (Lawson, 1978); çalışma hafızası kapasiteleri, Şekil Kesişim Testi (Burtis & Pascual-Leone, 1974), bilişsel stilleri Grup Saklı Figür Testi (Witkin vd., 1971) ile ölçülmüştür. Yapılan analiz sonucundaki regresyon eşitliğinde MDY ve sözel zekâ yer alırken diğer değişkenler denklemde yer almadığı belirtilmektedir. Araştırmacı bilişsel stiller ve çalışma hafızasının denklemde yer almama sebebini örneklemin yetersiz olması ile ilişkilendirmektedir.

Kwon ve Lawson (2000) çalışmalarında, Yaşları 13-14 ve 15-16 arasında değişen öğrencilerin hava basıncı ile ilgili kavramsal anlamalarına etki eden MDY'leri ve beyin ön lob aktivasyonunu temsil eden inhibisyon yeteneği, planlama yeteneği, mental kapasite, ayırma yeteneği (disembedding ability ya da alan bağımlı-bağımsız bilişsel stiller) değişkenleri arasındaki ilişkiyi araştırmaktadır. Bu çalışmada öğrencilerin MDY'leri Mantıksal Düşünme Sınıf Testi (Lawson, 1978), inhibisyon yeteneği Wisconsin Kart Sıralama Testi; planlama yeteneği Londra Kulesi Testi; mental kapasiteleri Şekil Kesişim Testi, ayırma yeteneği Grup Saklı Figürler Testi, hava basıncına ilişkin kavramsal anlamaları ise 6 tane kısa cevaplı açık uçlu soru ile ölçülmüştür. Araştırma bulgularına göre öğrencilerin yaşlarının artması ile birlikte hem ön lob aktiviteleri hem de MDY'ne ilişkin puanları istatistiksel olarak anlamlı bir yükseliş gösterdiği belirtilmektedir. Yapılan regresyon analizi neticesinde beyin ön lob aktivitesini temsil eden inhibisyon yeteneği, planlama yeteneği, mental kapasite ve ayırma yeteneği, MDY üzerindeki varyansın %56'sını açıkladığı belirtilmektedir. Her bir değişkenin yordama gücü istatistiksel olarak anlamlı olmakla birlikte ana yordayıcı olan inhibisyon yeteneği MDY üzerindeki varyansın %29.3'ünü, ayırma yeteneği %2.1'ini ve mental kapasite %1'ini açıklamaktadır. Benzer şekilde hava basıncı konusuna ilişkin kavramsal gelişim yordayan değişkenleri belirlemek için yapılan regresyon analizindeki eşitliğine MDY, inhibisyon yeteneği, planlama yeteneği, hava basıncı kavramsal anlama ön test puanları ve yaş değişkenleri yer almıştır. Hava basıncı konusuna ilişkin kavramsal gelişim üzerindeki varyansın %28'i inhibisyon yeteneği, %7'si MDY, %5'i hava basıncı kavramsal anlama ön test puanı, %1'i yaş, %1'i planlama yeteneği olarak gösterilmektedir. Aynı zamanda ön lob aktivitesini temsil eden 4 değişken, hem

MDY hem hava basıncı konusuna ilişkin kavramsal gelişim puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı, pozitif yönde bir ilişki bulunmaktadır.

Boufaoude, Salloum ve El-Khalick (2004) çalışmalarında lise öğrencilerinin kavramsal ve algoritmik problemlerle ilgili performansları ile öğrenme yönelimi (anlamlı-ezbere), MDY'leri ve mental kapasiteleri arasındaki ilişkiyi aynı zamanda öğrenme yönelimi, MDY ve mental kapasite arasındaki etkileşimleri araştırmışlardır. Öğrencilerin öğrenme yaklaşımları Öğrenme Yaklaşımı Ölçeği (Entwistle and Ramsden 1983); MDY'leri Mantıksal Düşünme Yetenek Testi (Tobin ve Capi, 1981); mental kapasiteleri Şekil Kesişim Testi (Pascual-Leone & Smith, 1969) ile ölçülmüştür. Öğrencilerin kavramsal anlamalarını ölçmek için iki aşamalı sorulardan oluşan Kimya Kavram Testi kullanılmıştır. Öğrencilerin algoritmik problem çözme becerilerini değerlendirmek için düşük ve yüksek mental talebe sahip (M demand) beş çift algoritmik problem kullanılmıştır. Her çift, aynı mantıksal yapıya sahip, yüksek M talebi ve düşük M talebi olan bir sorundan oluşmaktadır. Soruların M-talebi, Pascual-Leone tarafından geliştirilen boyutsal analiz tekniği kullanılarak belirlenmiştir (Niaz, 1988a). Yapılan analizler neticesinde MDY ile bilişsel değişkenler (öğrenme yönelimi ve mental kapasite) hem de kavramsal anlama test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde bir ilişki bulunmaktadır. Düşük ve yüksek M talebi olan algoritmik problemlerden elde edilen puan ortalaması ile anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır. Öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini yordayan değişkenlerin belirlenmesi için yapılan regresyon analizinde sadece öğrenme yönelimi ve MDY regresyon eşitliğinde yer almaktadır. Mental kapasitesinin öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir yordama etkisi bulunmamaktadır. Aynı analiz algoritmik problemler için de yapılmış ancak hiçbir değişken algoritmik problem çözme becerisinin istatistiksel olarak anlamlı yordayıcısı olmadığı belirtilmektedir. Araştırma bulguları açısından mental kapasitenin algoritmik problemlerin çözümünde yordayıcı bir değişken olmaması dikkat çekicidir. Bu alanda yapılan bir çalışmaya göre Niaz (1988a) problemlerin M talebi arttıkça, mental kapasitenin başarıyı yordama gücü de artacaktır. Bu açıklama mental kapasitenin teorik alt yapısı ile de uyumaktadır. Çünkü yüksek M talebi olan sorular düşük mental kapasiteye sahip olan öğrencilerde bilişsel yük oluşmasına sebep olacak bu durum ise başarısızlığa neden olacaktır. Araştırmacı alanyazın ile çelişen bu sonucunu açıklamak için Lübnan'daki öğrencilerin sınav sistemleri gereği algoritmik problemleri çözme konusunda oldukça uzmanlaşmış olduklarını belirterek, öğrencilerin

geliştirdiği stratejilerden dolayı bu bilişsel değişkenlerin yordama gücünün zayıfladığını belirtmektedir. Ek olarak bu stratejilerin sadece formüllerin uygulandığı, kavramsal bilgiye yer vermeyen sorularda kullanıldığı belirtilmektedir. Araştırma sonucunda beklenilmeyen bir bulgu ise öğrencilerin MDY'nin algoritmik problemlerden ziyade, kavramsal anlamın anlamlı bir yordayıcısı olması olarak ifade edilmektedir. Alanyazında MDY'nin kavramsal anlamadan ziyade, matematiksel işlemleri gerektiren algoritmik problemlerde yordayıcı bir değişken olduğu belirtilmektedir (Cavallo 1996, Niaz & Robinson, 1993). Araştırmacı bu konudaki sonuçlarının Abraham ve Williamson (1994) tarafından yapılan çalışma ile benzerlik gösterdiğini belirtmektedir.

Stamovlasis (2010) çalışmasında lise öğrencilerinin MDY, mental kapasiteleri, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stilleri ve hareketlilik-sabitlik boyutu (mobility-fixity dimension) değişkenlerinin kimya problem becerileri üzerindeki yordayıcı etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada öğrencilerin bilişsel stilleri GSFT (Witkin vd., 1977) ile; MDY'leri The Classroom Scientific Reasoning (Lawson, 1978); mental kapasiteleri Şekil Kesişim Testi (Pascual-Leone & Burtis, 1974) ile ölçülmüştür. Öğrencilerin kimya konularına ilişkin problem çözme başarıları, çok yüksek mental talep gerektirmeyen, algoritmik problemlerle ölçülmüştür. Araştırma bulgularına göre MDY ve mental kapasitesi toplam varyansın %39'unu açıklayarak kimya problem çözme başarısının anlamlı yordayıcısı olduğu belirtilmektedir. Bunun dışında öğrencilerin MDY, mental kapasiteleri, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde, pozitif yönde bir ilişki bulunduğu belirtilmektedir.

Stamovlasis ve Papageorgiou (2012) çalışmalarında ortaokul öğrencilerinin sahip olduğu bazı bireysel farklılıkların (MDY, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller, kimyasal değişim kavramının anlaşılmasına olan etki düzeyini) araştırmışlardır. Bu araştırmada öğrencilerin bilişsel stilleri GSFT (Witkin vd., 1977) ile; MDY'leri The Classroom Scientific Reasoning (Lawson, 1978) ile ölçülmüştür. Öğrencilerin kimyasal değişime ilişkin kavramsal anlamaları ise iki farklı etkinlikten alınan toplam puanlar alınarak hesaplanmıştır. Buna ek olarak her bir soru kendi içinde, tanımlama gerektiren soru ya da olgulara ilişkin yorum yapmayı gerektiren soru olarak kodlanarak, iki ayrı bağımlı değişken oluşturulmuştur. Araştırmada yapılan regresyon analizi sonucunda her iki bilişsel değişken öğrencilerin kimyasal değişime ilişkin kavramsal anlama düzeylerinin istatistiksel olarak anlamlı yordayıcısı olduğu ve varyansın %41.6'sını açıkladığı belirtilmektedir. Buna ek

olarak yapılan path analizi neticesinde bilişsel stiller ve MDY, yorumlamaya ilişkin soruları hem doğrudan hem de tanımlamaya ilişkin sorular üzerinden dolaylı olarak etkilemektedir. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin kimyasal değişikliklerin yorumlanması için yeterli seviyede tanımlama gerektiren kavramların bilinmesi gerektiği, ancak MDY ve bilişsel stiller gibi bilişsel kaynakların katkısının da gerekli olduğu belirtilmektedir. Bunun dışında öğrencilerin MDY, mental kapasiteleri, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde, pozitif yönde bir ilişki bulunduğu belirtilmektedir.

2.2.8.2. Mantıksal Düşünme Yeteneği ve Alan Bağımlı/Bağımsız Bilişsel Stiller Arasındaki İlişki ile İlgili Araştırmalar

Mantıksal düşünme yeteneği ve alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalar kronolojik sıra ile açıklanmıştır.

Lawson (1983) çalışmasında fen başarısı ile MDY, alan bağımlı/bağımsız bilişsel stiller, mental kapasite, ön bilgi ve inançlar değişkenlerini incelemiştir. Lawson bu çalışmasında fen başarısını çoktan seçmeli sorular, matematiksel hesaplama gerektiren işlemsel sorular ve essay tarzında sorular olmak üzere 3 ayrı formda ölçmüştür. Araştırmada öğrencilerin MDY'yi the Mantıksal Düşünme Sınıf Testi (Lawson, 1978); bilişsel stillerini Grup Saklı Figur Testi (Witkin vd., 1971); mental kapasitelerini Şekil Kesişim Testi (Burtis & Pascual-Leone, 1974); evrim ve doğal seçim konularına ilişkin ön bilgileri 10 sorudan oluşan çoktan seçmeli bir test; evrim konularına ilişkin inançlarını araştırmacılar tarafından geliştirilen likert tipi bir ölçek ile ölçülmüştür. Bu çalışma Arizona Devlet üniversitesinden mezun biyoloji öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Çalışma sonucunda başarı ölçümlerindeki toplam puan esas alındığında alan bağımlı-bağımsız bilişsel stiller, ön bilgi ve inanç değişkenleri başarının anlamlı yordayıcıları iken, mantıksal düşünme yeteneği ve mental kapasite regresyon denkleminde bulunmamaktadır. Fen başarısı matematiksel hesaplama gerektiren işlemsel soruların çözümü şeklinde tanımlandığında, gelişimsel seviye (mantıksal düşünme yeteneği) başarının en iyi yordayıcısı; fen başarısı çoktan seçmeli sorularla ölçülmüşse evrime yönelik inançlar ve ön bilgi başarının en iyi yordayıcısı; fen başarısı essay tarzı sorular ile ölçülmüşse mental kapasite başarının en iyi yordayıcısı olarak bulunduğu belirtilmektedir. Lawson'a göre matematiksel hesaplamalar gerektiren sorulardaki fen başarısının en iyi yordayıcısının mantıksal düşünme yeteneği olması tesadüf değildir çünkü

bu sorularda orantısal akıl yürütme gibi bilgiyi işleme mantıksal düşünme yeteneğinin bileşenlerinden birisinin varlığı gerekmektedir. Mental kapasite doğal seçilime ilişkin essay tarzındaki sorularla ölçülen fen başarısının en büyük yordayıcısı olduğu belirtilmektedir. Essay tarzı sorular çok fazla sayıda bilgi birimin aynı anda işlenmesini gerektirmektedir. Pascual-Leone (1969) 15-16 yaşlarına gelinceye kadar mental kapasitenin maksimum seviyeye ulaşamayacağını o yüzden daha küçük yaştaki öğrenciler için Darwin'in doğal seçim vasıtası ile açıkladığı evrim teorisini anlamının zor olmaktan öte psikolojik olarak imkânsız olduğunu belirtmiştir. Bilişsel stiller ise üç başarı ölçümünde de de fen başarısının yordayıcısı olan bir değişkendir. Sonuç olarak Lawson öğretmenlerin Piagetian (gelişim seviyesi) ya da Ausubelian (ön bilgi) ya da başka türlü herhangi bir psikolojik akımın takipçileri haline gelmemesi gerektiğini savunmaktadır. Bunun aksine, fen başarısına ilişkin farklı bakış açıları bulmak için fen başarısını daha yakından incelemek gerektiğini ve bunun da çeşitli psikolojik perspektiflerden analiz yapılarak gerçekleştirilebileceğini belirtmektedir.

Niaz (1989) çalışmasında Kimya dersini almakta olan üniversite öğrencilerinin alan bağımlı/bağımsız bilişsel stilleri ile orantısal akıl yürütme yetenekleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Araştırmacı orantısal akıl yürütme etkinliklerinin alan etkisine sahip olduğunu (örneğin silindir etkinliği) ve bu sebepten dolayı alan bağımlı öğrencilerin bu etkinlikleri yaparken alan bağımsız öğrencilere göre daha başarısız olacağına ilişkin hipotezini test etmiştir. Bu amaçla öğrencilerin orantısal akıl yürütme yeteneklerini 9 sorudan oluşan bir test ile ölçmüştür. Testin ilk 4 sorusu Lawson Mantıksal Düşünme Sınıf Testi'nden (1978) alınmış, 5. sorusu kimya konularına ilişkin bir sorudan, 7. ve 9. sorular günlük yaşam bağlamından alınan sorulardan, 6. ve 8. sorular farklı fen konularından alınan sorulardan oluşmaktadır. Öğrencilerin alan bağımlı/bağımsız bilişsel stilleri ise Grup Saklı Figürler Testi (Witkin vd., 1971) ile ölçülmüştür. Araştırmada yapılan analizler orantısal akıl yürütmeye ilişkin tek tek her soru ve bu testten alınan toplam puanlar üzerinden yapılmıştır. Sonuçlara göre Grup Saklı Figürler Testi'nden alınan toplam puanlarla ayrı ayrı tüm sorular ve toplam puanlar istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde bir ilişki bulunmaktadır. Araştırmacı bu bulgulardan yola çıkarak tüm orantısal akıl yürütme soruların alan etkisine sahip olduğunu öne sürerek alan bağımlı öğrencilerin başarısını arttırmak için sorulardaki alan etkisinin azaltılması gerektiğini belirtilmektedir.

Kwon ve Lawson (2000) alışmalarında, Yaşları 13-14 ve 15-16 arasında değişen öğrencilerin hava basıncı ile ilgili kavramsal anlamalarına etki eden MDY'leri ve beynin ön lob aktivasyonunu temsil eden inhibisyon yeteneği, planlama yeteneği, mental kapasite, ayırma yeteneği (disembedding ability ya da alan bağımlı-bağımsız bilişsel stiller) değişkenleri arasındaki ilişkiyi araştırmaktadır. Bu araştırmada ğrencilerin MDY'leri Mantıksal Düşünme Sınıf Testi (Lawson, 1978), inhibisyon yeteneği Wisconsin Kart Sıralama Testi; planlama yeteneği Londra Kulesi Testi; mental kapasiteleri Şekil Kesişim Testi, ayırma yeteneği Grup Saklı Figürler Testi, hava basıncına ilişkin kavramsal anlamaları ise 6 tane kısa cevaplı açık uçlu soru ile ölçülmüştür. Araştırma bulgularına göre öğrencilerin yaşlarının artması ile birlikte hem ön lob aktiviteleri hem de MDY'ne ilişkin puanları istatistiksel olarak anlamlı bir yükseliş göstermiştir. Yapılan regresyon analizi neticesinde beyin ön lob aktivitesini temsil eden inhibisyon yeteneği, planlama yeteneği, mental kapasite ve ayırma yeteneği, MDY üzerindeki varyansın %56'sını açıklamaktadır. Her bir değişkenin yordama gücü istatistiksel olarak anlamlı olmakla birlikte ana yordayıcı olan inhibisyon yeteneği MDY üzerindeki varyansın %29.3'ünü, ayırma yeteneği %2.1'ini ve mental kapasite %1'ini açıklamaktadır. Hava basıncı konusuna ilişkin kavramsal gelişim yordayan değişkenleri belirlemek için yapılan regresyon analizindeki eşitliğine MDY, inhibisyon yeteneği, planlama yeteneği, hava basıncı kavramsal anlama ön test puanları ve yaş değişkenleri yer almaktadır. Burada hava basıncı konusuna ilişkin kavramsal gelişim üzerindeki varyansın %28'i inhibisyon yeteneği, %7'si MDY, %5'i hava basıncı kavramsal anlama ön test puanı, %1'i yaş, %01'i planlama yeteneği olarak ifade edilmektedir. Aynı zamanda ön lob aktivitesini temsil eden 4 değişken, hem MDY hem hava basıncı konusuna ilişkin kavramsal gelişim puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı, pozitif yönde bir ilişki bulunduğu belirtilmektedir.

Kang ve diğeri (2005) alışmalarının bir alt problemi olarak yedinci sınıf ğrencilerinin bilişsel çatışma ve kavramsal değişim durumlarına etki eden MDY'leri, alan bağımlı-bağımsız bilişsel stilleri ve öz yeterlilik inancı değişkenleri arasındaki etkileşimleri araştırmışlardır. Bu alışmada MDY Mantıksal Düşünme Grup Testi (Roadranga vd., 1982); bilişsel stilleri A Şeklini Bul (Find-A-Shape Puzzle) testi ile (Linn ve Kyllonen, 1981); özyeterlilikleri bir özyeterlilik ölçeği ile (Pintrich & De Groot, 1990) ölçülmüştür. Öğrencilerin kavramsal değişimi bir kavram testi ile (Kang vd., 2004); bilişsel karmaşaları ise araştırmacılar tarafından geliştirilen bir test ile ölçülmüştür. Bu test öğrencilerin tutarsız

bir olaya cevap verme biçimlerini (Ret, yeniden yorumlama, dışlanma, belirsizlik, periferik inanç değişikliği, inançta azalma ve inanç değişikliği) incelemek için kullanılmaktadır. Araştırma bulgularına göre öğrencilerin bilişsel stiller puanları ile bilişsel karmaşa puanları arasında; MDY, bilişsel stiller ve öz yeterlilik puanları ile kavramsal değişim puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde bir ilişki olduğu belirtilmektedir. Aynı zamanda öğrencilerin bilişsel çatışma durumları ve kavramsal değişim puanları arasında da istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde bir ilişki olduğu belirtilmektedir. Öğrencilerin kavramsal değişim puanlarını yordayan değişkenleri belirlemek için yapılan regresyon analizi sonucuna göre öğrencilerin MDY'leri, bilişsel stilleri ve bilişsel karmaşa durumları kavramsal değişimin anlamlı düzeyde yordamaktadırlar. Bu değişkenler arasında da en büyük varyansa sahip olan değişken MDY olarak ifade edilmiştir. Araştırmacı bu durumu öğrencilerin akıl yürütme yetenekleri, bilişsel çatışmalara girme ve bunları çözme düzeyine ulaşmazsa, kavramsal değişimi sağlamayı amaçlayan öğretimlerin, kavramsal değişiklikleri meydana getirmesinin olası olmadığını belirterek açıklanmaktadır. Kavramsal değişim ile MDY arasındaki yordama etkisi alanyazın ile uyumlu olduğu belirtilmektedir (Lawson & Worsnop, 1992). Araştırmacıya göre öğrencilerin bilişsel stillerinin bilişsel çatışmalar üzerindeki etkisi, öğrencilerin gerekli bilgileri seçme ve bunları mevcut kavramlarından ayrı olarak algılama yeteneklerinin, tutarsız bir olayın tutarsızlığını daha etkili bir şekilde anlamasına neden olabilir ve sonuç olarak da daha fazla bilişsel çatışmaya neden olabilmektedir. Öğrencilerin öz-yeterlilikleri kavramsal anlama puanlarındaki varyansının önemli bir bölümünü açıklamakta başarısız olduğu görülmektedir. Araştırmacı bu durumu Pintrich'in (1999), öz-yeterliliğin diğer motivasyon değişkenleriyle karşılaştırıldığında nispeten duruma özgü bir yapıya sahip olduğu yönündeki ifadesi ile açıklamaktadır. Öğrenciler öz yeterlilik ölçeğini çözerken sadece fen öğrenmeye yönelik öğrenmelerine yönelik öz-yeterlilikleri sorulmuş olsa da, araştırmada uygulanan yöntemin etkisinden etkilenecek cevap vermiş olduklarını düşünmektedir.

Tsitsipis, Stamovlasis ve Papageorgiou (2010) çalışmalarında lise öğrencilerin sahip olduğu bazı bireysel farklılıkların (MDY, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller, yakınsama-ıraksama stilleri), maddenin tanecikli yapısı ve fiziksel değişim kavramının anlaşılması düzeyine olan etkisini araştırmışlardır. Bu araştırmada öğrencilerin bilişsel stilleri GSFT (Witkin vd., 1977) ile; MDY'leri The Classroom Scientific Reasoning (Lawson, 1978) ile ölçülmüştür. Öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı ve fiziksel değişim kavramının

anlaşılmana ilişkin kavramsal anlamaları ise açık uçlu, çoktan seçmeli ve iki aşamalı sorulardan oluşan bir test ile değerlendirilmiştir. Yapılan regresyon analizi neticesinde bu üç değişkeninde öğrencilerin kavramsal anlamalarının istatistiksel olarak anlamlı yordayıcıları olduğu belirtilmektedir. Bunun dışında öğrencilerin MDY ve alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde, pozitif yönde bir ilişki bulunduğu belirtilmektedir.

Stamovlasis (2010) çalışmasında lise öğrencilerinin MDY, mental kapasiteleri, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stilleri ve hareketlilik-sabitlik boyutu (mobility-fixity dimension) değişkenlerinin kimya problem becerileri üzerindeki yordayıcı etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada öğrencilerin bilişsel stilleri GSFT (Witkin vd., 1977) ile; MDY'leri The Classroom Scientific Reasoning (Lawson, 1978); mental kapasiteleri Şekil Kesişim Testi (Pascual-Leone & Burtis, 1974) ile ölçülmüştür. Öğrencilerin kimya konularına ilişkin problem çözme başarıları, çok yüksek mental talep gerektirmeyen, algoritmik problemlerle ölçülmüştür. Araştırma bulgularına göre MDY ve mental kapasitesi toplam varyansın %39'unu açıklayarak kimya problem çözme başarısının anlamlı yordayıcıları olduğu belirtilmektedir. Bunun dışında öğrencilerin MDY, mental kapasiteleri, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde, pozitif yönde bir ilişki bulunduğu ifade edilmektedir.

Stamovlasis ve Papageorgiou (2012) çalışmalarında ortaokul öğrencilerinin sahip olduğu bazı bireysel farklılıkların (MDY, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller, kimyasal değişim kavramının anlaşılmasına olan etki düzeyini araştırmışlardır. Bu araştırmada öğrencilerin bilişsel stilleri GSFT (Witkin vd., 1977) ile; MDY'leri The Classroom Scientific Reasoning (Lawson, 1978) ile ölçülmüştür. Öğrencilerin kimyasal değişime ilişkin kavramsal anlamaları ise iki farklı etkinlikten alınan toplam puanlar alınarak hesaplanmıştır. Buna ek olarak her bir soru kendi içinde, tanımlama gerektiren soru ya da olgulara ilişkin yorum yapmayı gerektiren soru olarak kodlanarak, iki ayrı bağımlı değişken oluşturulmuştur. Araştırmada yapılan regresyon analizi sonucunda her iki bilişsel değişken öğrencilerin kimyasal değişime ilişkin kavramsal anlama düzeylerinin istatistiksel olarak anlamlı yordayıcısı olduğu ve varyansın %41.6'sını açıkladığı bulunmuştur. Buna ek olarak yapılan path analizi neticesinde bilişsel stiller ve MDY, yorumlamaya ilişkin soruları hem doğrudan hem de tanımlamaya ilişkin sorular üzerinden dolaylı olarak etkilemektedir. Öğrencilerin kimyasal değişikliklerin yorumlanması için yeterli seviyede tanımlama

gerektiren kavramların bilinmesi gerektiği, ancak MDY ve bilişsel stiller gibi bilişsel kaynakların katkısının da gerekli olduğu düşünülmektedir. Bunun dışında öğrencilerin MDY, mental kapasiteleri, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde, pozitif yönde bir ilişki bulunduğu belirtilmektedir.

Stamovlasis, Tsitsipis ve Papageorgiou (2012) çalışmalarında lise öğrencilerinin maddeye ilişkin fiziksel değişimlere ilişkin kavramsal anlama düzeylerini açıklayan bir path modeli oluşturmuşlardır. Bu modelde bağımsız değişken olarak öğrencilerin MDY'leri, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stilleri, yakınsama-ıraksama stilleri, maddenin parçacıklı yapısının anlama düzeyleri ve maddenin kolektif özelliklerini anlama düzeyleri yer almaktadır. Modeldeki bağımlı değişken olan öğrencilerin maddenin fiziksel değişimlerini anlama düzeyleri, maddenin yapısındaki değişiklikleri kavrayabilme ve fiziksel değişimlerin yorumlayabilme yeterliliği olarak ele alınmıştır. Bu çalışmada öğrencilerin bilişsel stilleri GSFT (Witkin vd., 1977) ile; MDY'leri The Classroom Scientific Reasoning (Lawson, 1978) ile ölçülmüştür. Öğrencilerin fiziksel değişime ilişkin kavramsal anlamaları ise maddenin yapısı, fiziksel değişim ve fiziksel değişimin yorumlanmasına ilişkin hazırlanmış 9 sorudan oluşan bir ölçme aracı ile ölçülmüştür. Yapılan path analizi sonucu ilgili alanyazın ile uyumlu bulunmuş MDY'nin hem maddenin yapısındaki değişiklikleri kavrayabilme hem de fiziksel değişimleri yorumlayabilme yeterliliğinin istatistiksel olarak anlamlı derecede yordarken; alan bağımlı- bağımsız bilişsel stiller maddenin yapısındaki değişiklikleri kavrayabilme değişkeninin istatistiksel olarak anlamlı yordayıcısı olduğu ifade edilmektedir. Araştırmacıları alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stilleri ile ilgili olarak, bu yapının, fiziksel değişimleri yorumlayabilme yeterliliğinin anlamlı yordayıcısı olarak bulunmamasını, bu yeterliliği belirleyen soruların, öğrenciler için daha zorlayıcı olmamasından kaynaklandığı belirtmektedirler. Araştırmacılar aynı konular daha zorlayıcı olan etkinliklerle sunulduğunda yordama etkisinin daha büyük olmasının beklendiğini belirtmişlerdir. Bunun dışında öğrencilerin MDY ve alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde, pozitif yönde bir ilişki bulunduğu görülmektedir.

Kypraios ve Papageorgiou (2014) çalışmalarının bir alt problemi olarak 13-17 yaş aralığındaki öğrencilerin sahip olduğu bazı bireysel farklılıkların (MDY, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller, yakınsama-ıraksama stilleri), kimyasal değişim kavramının anlaşılma düzeyine olan etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada öğrencilerin bilişsel stilleri GSFT (Witkin vd., 1977) ile; MDY'leri Lawson Mantıksal Düşünme Sınıf Testi (Lawson,

1978) ile ölçülmüştür. Öğrencilerin kimyasal değişime ilişkin kavramsal anlamaları ise maddenin yapısı, kimyasal değişim ve kimyasal değişimin yorumlanmasına ilişkin klasik tarzda hazırlanmış 11 sorudan oluşan bir ölçme aracı ile ölçülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin kavramsal anlama puanları ile MDY arasında orta düzeyde, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller arasında düşük düzeyde, pozitif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunduğu görülmektedir. Yapılan regresyon analizinde ise MDY ve yakınsama ve ıraksama stilleri regresyon denkleminde yer almıştır. Bu iki değişken kavramsal anlamaya ilişkin toplam puanın istatistiksel olarak anlamlı yordayıcıları olmakla birlikte açıklanan varyansa en büyük katkısı MDY'nin yaptığı belirtilmektedir. Araştırmacılar bilişsel stillerin başarı ile istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon göstermesine rağmen regresyon eşitliğinde yer almamasının sebebini yakınsama ve ıraksama stilleri değişkeni ile olan çoklu bağlantılık problemi ile ilişkili olabileceğini; alanyazında öğrencilerin kimyasal değişim kavramındaki performansla ilişkili çok sayıda araştırmada etkisi bulunmuş bu değişkenin göz ardı edilemeyeceğini belirtmişlerdir. Diğer bir açıklamaları ise daha önce yapılan araştırmalarda bu duruma paralel sonuçlar bulunması ve alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller yapısının, öğrenciler için daha zorlayıcı olan etkinliklerdeki yordama etkisinin daha büyük olması ile açıklanmaktadır.

Papageorgiou, Markos ve Zarkadis (2016) çalışmalarında 13-17 yaş aralığındaki öğrencilerin sahip olduğu bazı bireysel farklılıkların (MDY, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller) ve Bohr atom modeli ve Quantum Mekanik modeli bağlamında hazırlanan bağlam temelli olan ve olmayan etkinliklerin öğrencilerin atomun yapısına ilişkin temsillerini etkileme düzeylerini araştırmışlardır. Bu araştırmada öğrencilerin bilişsel stilleri GSFT (Witkin vd., 1977) ile; MDY'leri The Classroom Scientific Reasoning (Lawson, 1978) ile ölçülmüştür. Hem bağlam temelli hem de bağlamdan bağımsız olan etkinliklerde MDY'nin başarıya istatistiksel olarak anlamlı etkisi varken; alan bağımlı-bağımsızlık boyutu sadece bağlamdan bağımsız etkinliklerde başarıya istatistiksel olarak anlamlı katkı sağladığı belirtilmektedir. Bu çalışmada aynı zamanda MDY ve alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller arasında istatistiksel olarak anlamlı, pozitif yönde ve orta büyüklükte bir ilişki bulunduğu görülmektedir.

2.2.8.3. Mantıksal Düşünme Yeteneği ve Uzamsal Yetenek Arasındaki İlişki ile İlgili Araştırmalar

Mantıksal düşünme yeteneği ve uzamsal yetenek arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalar kronolojik sıra ile açıklanmıştır.

Piburn (1980) çalışmasında 6. sınıf öğrencilerinin uzamsal düşünme becerileri, soyut işlemler dönemindeki oranlı düşünme becerileri ve fen başarıları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Araştırmada öğrencilerin orantısal akıl yürütme yetenekleri Piaget tarafından kullanılan Denge ve Gölgeler etkinlikleri ile (Balance and Shadows tasks); uzamsal yetenekleri ise (uzamsal oryantasyon, uzamsal görselleştirme) Thurstone tarafından kullanılan Kartlar ve Yüzey Geliştirme Testleri (Cards and Surface Development tests) ile; fen başarıları öğrencilerin 5. Sınıfta girdiği ulusal bir sınavdan aldıkları puan ile değerlendirilmiştir. Araştırma bulgularına göre öğrencilerin oranlı akıl yürütme yeteneği puanları ile fen başarıları arasında ve aynı zamanda uzamsal görselleştirme yetenekleri (Yüzey Geliştirme Testi) arasında pozitif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır. Öğrencilerin fen başarıları ve oranlı akıl yürütme yeteneği puanları ile uzamsal oryantasyon yeteneği puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır. Bunlara ek olarak kız ve erkek öğrencilerin puanları incelendiğinde erkek öğrenciler fen başarıları ve gölgeler etkinliğinden aldığı puanlar kız öğrencilere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksekken diğer değişkenler açısından bir farklılık bulunmamıştır.

Tai, Yu, Lai ve Lin (2003) çalışmalarının bir alt problemi olarak üniversite öğrencilerinin MDY ve uzamsal yetenekleri arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Bu çalışmada öğrencilerin MDY'leri MDYT ile, uzamsal yetenekleri ise uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme ve uzamsal oryantasyon bileşenlerini temsil eden sorularla ölçülmüştür. Yapılan varyans analizi sonucunda düşük ve yüksek uzamsal yeteneğe sahip olan öğrencilerin, MDY puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunduğu görülmektedir.

Kayhan (2005) çalışmasının bir alt problemi olarak lise öğrencilerinin MDY'leri ile uzamsal yetenekleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu çalışmada öğrencilerin MDY'leri Mantıksal Düşünme Grup Testi ile (Roadranga vd., 1982), uzamsal yetenekleri ise uzamsal yeteneğin alt boyutlarından olan uzamsal yönelim (Kart Döndürme ve Küp Karşılaştırma Testleri) ve uzamsal görselleştirmeye (Kağıt Katlama ve Yüzey Geliştirme testleri) ilişkin sorularından oluşan Uzamsal Yetenek Testi (Ekstrom,1976) ile ölçülmüştür. Araştırma bulgularına göre

öğrencilerin MDY ile uzamsal yetenekleri arasında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı olan bir ilişki bulunduğu görölmektedir.

Jiang (2008) çalışmasının bir alt problemi olarak lise öğrencilerin MDY ile uzamsal yetenekleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Araştırma ABD'nin farklı eyaletlerini gerçekleştirilmiş olup bazı eyaletlerdeki örneklerden elde edilen sonuçlarda uzamsal yetenek ile MDY arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunurken bazı eyaletlerde anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

Devetak ve Glazar (2009) çalışmalarının bir alt problemi olarak 16 yaşındaki MDY'leri ve uzamsal yeteneklerinin kimya konularının atom altı temsilleri kullanılarak yapılan problem çözme becerilerine olan etkisi araştırılmıştır. Bu araştırmada öğrencilerin MDY'leri Tobin ve Capie (1981) tarafından geliştirilen MDYT ile uzamsal yetenekleri ise Döndürme (Rotations), Desen (Patterns) testleri ile ölçölmüştür (Poganik, 1998, 2000'den aktaran Devetak & Glazar, 2009). Desen testi öğrencilerin algılama hızını belirlerken, döndürme testi ise uzamsal ilişki yeteneğini belirlemektedir. Araştırma sonucunda öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin kimya konularına ilişkin atom altı temsilleri kullanılarak yapılan problem çözme becerilerine olan etkisi istatistiksel olarak anlamlı bir etkinin olduğu görölmektedir. Uzamsal yetenek ile öğrenci başarı puanları arasındaki korelasyon ise oldukça düşük olduğu belirtilmektedir. Yapılan analizler neticesinde öğrencilerin algılama hızlarının başarıya etkisi istatistiksel olarak anlamsız iken, uzamsal ilişkiler yeteneğinin başarıya olan etkisi istatistiksel olarak anlamlı olduğu görölmektedir. Algılama hızını ölçen desen testinden alınan puanlar öğrenci başarısındaki varyansın sadece %2.6'sini açıklarken, uzamsal ilişkiler testinden alınan puanlar %1.4'lik bir varyans açıklandığı ifade edilmektedir. Öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri, öğrenci başarısındaki varyansın %25 'ini açıklamaktadır. Araştırmacı Gabel vd.,'in (1987) yaptıkları çalışmalarda öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri kimya kavram testinden aldıkları puanlardaki varyansın %22.8'ini, Valanides (1997) çalışmasında %13'lik bir varyansı açıkladığını belirterek araştırmasının bu çalışmalarla benzerlik gösterdiğini belirtmektedir. Ayrıca Thiele ve Treagust (1994) tarafından yapılan çalışmaya atıfta bulunarak, kimyasal olguları görselleştiremeyen ve/veya düzgün akıl yürütme yeteneğine sahip olmayan öğrencilerin, kimyasal kavramları doğru bir şekilde anlayamadığını bildirmektedir.

Hacıömeroğlu ve Hacıömeroğlu (2017) çalışmalarının bir alt problemi olarak öğretmen adaylarının MDY ve uzamsal yeteneğın alt bileşenlerinden olan zihinsel döndürme

yetenekleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bu araştırmada öğrencilerin MDY'leri Mantıksal Düşünme Grup Testi (Roadrangka vd., 1982) ile; zihinsel döndürme yetenekleri Vandenberg ve Kuse (1978) tarafından geliştirilen ve daha sonra Peter vd. (1995) tarafından düzenlenen Zihinsel Döndürme Testi ile ölçülmüştür. Yapılan analizler neticesinde iki değişken arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde pozitif yönde bir ilişki bulunduğu belirtilmektedir.

2.2.8.4. Alan Bağımlı/Bağımsız Bilişsel Stiller ve Mental Kapasite Arasındaki İlişki ile İlgili Araştırmalar

Alan bağımlı/bağımsız bilişsel stiller ile mental kapasite arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalar kronolojik sıra ile açıklanmıştır.

Roth (1990) çalışmasında üniversite öğrencilerinin fen başarısı için MDY, mental kapasite, bilişsel stiller, kısa süreli bellek ve tümdengelimsel akıl yürütme gibi bilişsel değişkenlerin yordayıcı etkisini incelemiştir. Bu çalışmada öğrencilerin MDY'leri, orantısal akıl yürütme etkinlikleri ile; bilişsel stilleri Grup Saklı Figürler Testi ile (GSFT, Witkin vd., 1974); mental kapasiteleri Şekil Kesişim Testi (ŞKT, Burtis & Pascual-Leone, 1974) ile ölçülmüştür. Öğrenci fen başarısı vize ve final sınavlarından aldıkları notlar olarak değerlendirilmiştir. Bu sınavlar ise hatırlama, işlemsel sorular ve karmaşık sorulardan (bilginin sadece hatırlanmasından ziyade başka alanlara uygulanmasını gerektiren sorular) oluşan çeşitli problemlerden oluşmaktadır. Sonuçlar, MDY'nin, başarının istatistiksel olarak anlamlı en iyi yordayıcısı olduğunu göstermiştir. Kısa süreli bellek ve mental kapasite, hesaplama ve karmaşık problemler için başarının istatistiksel olarak anlamlı yordayıcıları olduğu ancak bu değişkenlere ait teoride belirtildiği gibi hatırlamayı gerektiren soruların yordayıcısı olmadığı görülmektedir. Öğrencilerin alan bağımlılık düzeylerinin, başarının istatistiksel olarak anlamlı yordayıcısı olmadığı bulunmuştur. Sonuçlar aynı zamanda, zihinsel kapasite ve alan bağımlılığının, MDY'nin sabit tutulması durumunda bile varyansa önemli ölçüde katkıda bulunmadığını da ortaya koymaktadır. Araştırmanın sonuçları ilgili teorilerle uyum göstermemektedir. Çünkü Pascual-Leone'nin (1970) Neo-Piaget teorisinde iki temel yapı, öğrencilerin mental kapasiteleri ve alan bağımlılık düzeyleridir. Araştırmada bu değişkenlerin öğrenci başarısı ile olan korelasyonu, MDY ve kısa süreli bellek değişkenlerin öğrenci başarısı ile olan korelasyonundan daha düşük bulunmuştur. Araştırmacı bu durumu mental kapasite ve alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel değişkenleri arasındaki çoklu

bağılantılılık probleminden kaynaklanabileceğini belirtmektedirler. Ancak iki değişken arasında böyle bir problemin olması için korelasyon katsayısının $+0.85$ ve -0.85 üzerinde değer alması gereklidir. Oysa ki bu iki değişken arasındaki korelasyon 0.61 olarak bulunmuştur. Dolayısıyla bu değişkenler arasında çoklu bağılantılılık problemi bulunmamaktadır.

Johnstone ve Al-Naeme (1991) çalışmalarında bilişsel stiller (alan bağımlı-bağımsız) ve çalışma hafızası kapasitesi ile ilgili yapılan çeşitli çalışmaların sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Bu derleme çalışmasında, ortaöğretim ve yükseköğretim düzeyindeki öğrencilerin mental kapasite, alan bağımlılıklarının ve fen başarısına etkisinin eşzamanlı olarak araştırıldığı araştırmalardan yola çıkarak, öğrencilerin yeni gelen bilgileri işlemelerine dair fikirler öne sürmüş ve öğretimsel önerilerde bulunmuşlardır. Bu bağlamda ortaokul ve üniversite öğrencileri üzerinde kimya alanında El-Banna (1987) ve Al-Naeme (1988), fizik alanında Ziane (1990) biyoloji alanında Hasson (1988) yaptığı çalışmalardan yola çıkarak fen başarısı ile mental kapasite ve bilişsel stillerin istatistiksel olarak pozitif ve anlamlı ilişki içinde olduğunu belirtmektedirler. Araştırmacılar belirtilen çalışmalarda alan bağımsız öğrencilerin çalışma hafızası kapasitesi düşük ya da yüksek olan alan bağımlılara göre daha yüksek ortalamalara sahip olduğunu ve alan bağımsız ve düşük çalışma hafızası kapasitesine sahip öğrencilerin, alan bağımlı yüksek kapasiteli öğrenciler ile hemen hemen aynı puanları elde ettiklerini belirtmektedirler. Araştırmacı bu sonucu kullanabilir kapasite kavramı ile açıklamaktadır. Bu kavram Pascual Leone'nin teorisinde belirtilen fonksiyonel mental kapasite kavramı aynıdır. Her iki kavram da çalışma hafızası potansiyel kapasitesinin tam olarak kullanılamadığını ve bazı değişkenlerin bu durumu etkilediğini anlatmaktadırlar. Normal şartlarda çalışma hafızasını ölçen testlerde (ŞKT hariç) ilgisiz bilgiler yer almamakta dolayısıyla öğrenciler tüm kapasitelerini kullanabilmektedir. Ancak bir öğrenci ilgili ve ilgisiz bilgilerin birlikte sunulduğu bir problem durumu ile karşılaştığında, ilgisiz bilgiler potansiyel çalışma alanının bir kısmını kaplayabilir ve ilgili bilgilerin faydalı işlenmesi için daha az alan bırakılabilmektedir. Ele alınan araştırma verilerinde de gözlemlendiği gibi yüksek kapasiteye sahip öğrenci grupları, kendi kapasitelerinin tam anlamıyla kullanamamakta ve kapasiteleri çok azalmış gibi performans sergilediği görülmektedir. Sonuç olarak araştırmacılar da Pascual Leone'nin (1970) belirttiği gibi bilişsel stillerin çalışma hafızası kapasitesini etkilediğini belirtmektedirler.

Niaz (1996) çalışmasında, üniversite öğrencilerinin MDY, mental kapasiteleri, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stillerinin kimya problemlerini çözme başarıları üzerine etkisini ve bu bireysel farklılıklar ile öğrencilerin problemi çözerken kullandıkları stratejiler arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bu çalışmada öğrencilerin bilişsel stilleri GSFT (Witkin vd., 1977) ile; MDY'leri The Classroom Scientific Reasoning (Lawson, 1978) ile; mental kapasiteleri Şekil Kesişim Testi (Pascual-Leone ve Burtis 1974) ile ölçülmüştür. Öğrencilerin kimya problemlerini çözme başarıları ise 4 soru ile ölçülmüştür. Ayrıca öğrencilerin problem çözümü için kullandığı stratejiler Pascual-Leone'un 'boyutsal analiz' (Niaz 1988, Pascual-Leone, 1978) epistemolojik çerçevesinde incelenerek tespit edilmiştir. Bu çerçeve sorunun incelenmesi ve çözüm beklentisine ilişkin iki tür model oluşturulmasına dayanır: Bunlar figüratif ve operatif modellerdir. Genel Bir Figüratif Model, problemin temel bazı matematiksel işlemlerle somutlaştırılmasını sağlamaktadır. Genel Bir Figüratif Modelin formüle edilmesi, çözüm beklentisiyle ilgili bir adımdır ve sorunun daha iyi anlaşılmasına yardımcı olur. Genel Operatif Model, 'operatif dönüşümlerin', yani çözümü elde etmek için gereken işlemleri temsil eder. Dolayısıyla hypothetico-deductive muhakeme stratejilerinin daha fazla kullanılmasını gerekmektedir. Araştırma bulgularına göre 3 bilişsel değişkenin de öğrencilerin kimya problemlerini çözme başarısına etkisi istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bununla birlikte bu değişkenler açısından daha yüksek puan alan öğrencilerin problem çözerken hypothetico-deductive problem çözme stratejilerini tercih ettikleri belirtilmektedir.

Bahar ve Hansell (2000) çalışmalarının bir alt problemi olarak 16-17 yaşlarındaki öğrencilerin alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stilleri, çalışma hafızası kapasiteleri arasındaki ilişkiyi ve bu değişkenlerin öğrencilerin biyoloji kavramlarını anlama düzeylerine olan etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada öğrencilerin alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stillerini Witkin'in (1977) orijinal testinin El-Banna (1987) tarafından düzenlenmiş versiyonu kullanılmıştır. Çalışma hafızası kapasitesini ölçmek için Glasgow Üniversitesi'nde Fen Bilgisi Eğitimi Merkezi'nde geliştirilen, zihinde tutma, dönüştürme ve yeniden düzenlenmeyi gerektiren bir test kullanılmıştır. Öğrencilerin biyoloji konularını kavramsal anlama düzeyleri ise kelime ilişkilendirme testleri ve yapılandırılmış grid soruları ile ölçülmüştür. Yapılan analizler neticesinde öğrencilerin alan bağımlılık düzeyleri ve çalışma hafızası kapasiteleri arasında 0.47 büyüklüğünde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Araştırmanın sonuçları daha önceden yapılan çalışmalarla uyumlu olduğu

görülmektedir. Buna ek olarak alan bağımlı ve bağımsız öğrencilerin kelime ilişkilendirme testinden aldıkları puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bu durum kelime ilişkilendirme testlerinin doğası ile ilişkilendirilmektedir. Bu testler karmaşık bir alan içinden istenilen bilginin ayırt edilmesini gerektiren sorulardan oluşmamaktadır. Benzer durum düşük ve yüksek çalışma hafızası kapasitesine sahip öğrencilerinin kelime ilişkilendirme testinden aldıkları puan ortalamaları arasında da görülmektedir. Bu durum aynı şekilde testin yapısı ile ilişkilendirilmektedir. Yapılandırılmış grid sorularına ilişkin analiz sonuçlarında ise alan bağımlı ve alan bağımsız öğrencilerin yapılandırılmış grid sorularından aldıkları puan ortalamaları arasında alan bağımsızlar lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Tsapalis (2005) çalışmasında üniversite öğrencilerinin kimya dersinde algoritmik olmayan problemlerin çözümündeki performanslarındaki, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller, çalışma hafızası kapasitesi, mental kapasite, MDY değişkenlerinin rolünü araştırmıştır. Öğrencilerin MDY'lerini ölçmek için Classroom Test of Formal Reasoning (Lawson, 1978); çalışma hafızası kapasitelerini ölçmek için Wechsler Zekâ Testi'nin bir bölümü olan Sayı Dizisi Uzunluk testi (Wechsler, 1955); mental kapasitelerini ölçmek için Şekil Kesişim Testi (Pascual-Leone & Burtis, 1974); alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stilleri ölçmek için Witkin'sin (1977) orijinal testinin El-Banna (1987) tarafından düzenlenmiş versiyonu kullanılmıştır. Öğrencilerin kimya başarıları ise 7 tane algoritmik olmayan problem ile ölçülmüştür. Yapılan analizler neticesinde sadece fonksiyonel mental kapasite ve bilişsel stillerin öğrenci problem çözme başarılarında önemli bir rol oynadığı görülmektedir. Araştırmacı MDY'ni algoritmik problemlerin çözümünde daha önemli bir rol oynadığını, kavramsal boyutu da sahip olan algoritmik olmayan problemlerin çözümünde önemli bir rolünün olmadığını ve durumun ilgili alanyazın ile örtüştüğünü belirtmektedir. MDY'nin bu tarz problemlerin çözümündeki performansı açıklamada tek başına yeterli olmadığını belirtmektedir. Bilişsel stiller hem kavramsal hem de algoritmik problemlerin çözümünde önemli etkisi olan bir değişken olduğu için araştırma sonuçların bu durumu desteklediği belirtilmektedir. Çalışma hafızası kapasitesi ve fonksiyonel mental kapasite davranışsal seviyede aynı olguyu ölçüyor gibi görünse de bu iki yapıyı ölçen testlerin teorik yapısı farklılık göstermektedir. Pascual Leone'nin modeli Şekil Kesişim Testi'ni kullanır. Bu testi yapabilmek için, verilen bilgilerin zihinde tutulmasına gerek yoktur çünkü teste kullanılacak geometrik şekiller devamlı görülebilmektedir. Bu test sadece algısal işleme üzerine

kuruludur. Badeley'in modelinde ise Sayı Dizisi Uzunluk testi kullanılmaktadır. Bu testi yapabilmek için bilgilerin hem zihinde tutulması hem de işlenmesi gerekmektedir. Her iki değişken de bilgi işlemeyi içeriyor olmasına rağmen, fonksiyonel mental kapasite önemli bir alan etkisi içermektedir. Bu durum araştırmanın sonuçlarında da görülmektedir. Bilişsel stiller ile fonksiyonel mental kapasite puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon bulunmaktadır.

Hindal, Reid ve Badgaish (2009) çalışmalarının bir alt problemi olarak ortaokul öğrencilerinin çalışma hafızası kapasiteleri ile alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stilleri, yakınsama-ıraksama stilleri ve görsel uzamsal yetenekleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bu çalışmada öğrencilerin alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stilleri GSFT ile (Witkin vd., 1977), çalışma hafızası kapasitesi ŞKT ile (Pascual-Leone, 1970); görsel-uzamsal yetenekleri araştırmacılar tarafından geliştirilen bir test ile; yakınsama-ıraksama stilleri Bahar vd. (2000) tarafından kullanılan bir test ile ölçülmüştür. Bu araştırma bilgiyi işleme modelinin bileşenleri dikkate alınarak oluşturulmuştur. Alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller, modelde yer alan algı süzgecini; görsel uzamsal yetenek çalışma hafızasının ve uzun süreli belleğin etkilediği bir değişkeni, yakınsama-ıraksama stili uzun süreli bellekte bilgilerin depolanma şeklini temsil etmektedir. Yapılan analizler neticesinde çalışma hafızası kapasitesi ile diğer değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkilerin olduğu görülmektedir. Bu bulgulardan alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller ile çalışma hafızası kapasitesi arasında görülen anlamlı ilişki, alan bağımsızlık karakteristiğinin, çalışma belleğinin verimliliğini arttıran bir değişken olması ile yorumlanmaktadır (Johnstone & Al-Naeme, 1991). Başka bir ifade ile algılama filtresinin etkin bir şekilde çalışması, çalışma belleğinin işlemleri yapabilmesi için daha fazla alana sahip olabilmelerini sağlamaktadır. Araştırmacı uzamsal yetenek ile çalışma hafızası arasındaki korelasyonu bir etki mekanizması olarak yorumlayamamaktadır. Çünkü çalışma hafızası kapasitesinin görsel boyutu olduğu düşünüldüğünde çalışma hafızası kapasitesi bu yeteneği etkileyen değişken olabilir. Uzun süreli bellekte bilgilerin etkili bir şekilde birbiri ile ilişkilendirme yeteneği olarak düşünüldüğünde, bu yeteneği fazla olan kişilerin çalışma hafızası yükünü azaltarak bu mekanizmanın çalışmasını kolaylaştırılacağı düşünülmektedir. Görsel-uzamsal yeteneğin iyi düzeyde olması, uzun süreli bellekte bilgi birimleri arasında daha etkili bağlantıların kurulmasını sağlayabileceğini belirtmektedir. Çünkü resimler, diyagramlar veya mekânsal ilişkiler, çeşitli bilgiler arasındaki bağlantıları ifade etmektedir. Görsel-uzamsal olarak

yetenekli olmak, resim, diyagram veya mekânsal ilişkiler açısından görme yönünde güçlü bir eğilim anlamına geldiği için bunların uzun süreli bellekte saklanması gerektiği belirtilmektedir.

Stamovlasis (2010) çalışmasında lise öğrencilerinin MDY, mental kapasiteleri, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stilleri ve hareketlilik-sabitlik boyutu (mobility-fixity dimension) değişkenlerinin kimya problem becerileri üzerindeki yordayıcı etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada öğrencilerin bilişsel stilleri GSFT (Witkin vd., 1977) ile; MDY'leri The Classroom Scientific Reasoning (Lawson, 1978); mental kapasiteleri Şekil Kesişim Testi (Pascual-Leone & Burtis, 1974) ile ölçülmüştür. Öğrencilerin kimya konularına ilişkin problem çözme başarıları, çok yüksek mental talep gerektirmeyen, algoritmik problemlerle ölçülmüştür. Araştırma bulgularına göre MDY ve mental kapasitesi toplam varyansın %39'unu açıklayarak kimya problem çözme başarısının anlamlı yordayıcıları olduğu görülmektedir. Bunun dışında öğrencilerin MDY, mental kapasiteleri, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde, pozitif yönde bir ilişki bulunmaktadır.

2.2.8.5. Alan Bağımlı/Bağımsız Bilişsel Stiller ve Uzamsal Yetenek Arasındaki İlişki ile İlgili Araştırmalar

Alan bağımlı/bağımsız bilişsel stiller ile uzamsal yetenek arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalar kronolojik sıra ile açıklanmıştır.

Idris (1998) çalışmasının bir alt problemi olarak ortaokul öğrencilerinin alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stilleri uzamsal görselleştirme yetenekleri arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre alan bağımlı/alan bağımsız bilişse stil ve uzamsal görselleştirme yeteneği arasında istatistiksel olarak anlamlı, pozitif yönde bir ilişki bulunduğu görülmektedir.

Schmidt ve Scerbo (2004) çalışmalarının bir alt problemi olarak üniversite öğrencilerin alan bağımlı/bağımsız bilişsel stilleri ile uzamsal görselleştirme yetenekleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Araştırmada öğrencilerin bilişsel stilleri GSFT (Witkin vd., 1971) ile, uzamsal yetenekleri WAIS zeka testinin bir alt ölçeği olan ve uzamsal görselleştirme yeteneğini ölçen Blok Dizayn (The block design test) kullanılmıştır. Araştırma sonucunda

öğrencilerin bilişsel stilleri ve uzamsal görselleştirme yetenekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde bir ilişki bulunduğu görülmektedir.

Hindal, Reid ve Badgaish (2009) çalışmalarının bir alt problemi olarak ortaokul öğrencilerinin çalışma hafızası kapasiteleri ile alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stilleri, yakınsama-ıraksama stilleri ve görsel uzamsal yetenekleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bu çalışmada öğrencilerin alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stilleri GSFT ile (Witkin vd., 1977), çalışma hafızası kapasitesi ŞKT ile (Pascual-Leone, 1970); görsel-uzamsal yetenekleri araştırmacılar tarafından geliştirilen bir test ile; yakınsama-ıraksama stilleri Bahar vd. (2000) tarafından kullanılan bir test ile ölçülmüştür. Bu araştırma bilgiyi işleme modelinin bileşenleri dikkate alınarak oluşturulmuştur. Alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller, modelde yer alan algı süzgecini; görsel uzamsal yetenek çalışma hafızasının ve uzun süreli belleğin etkilediği bir değişkeni, yakınsama-ıraksama stili uzun süreli bellekte bilgilerin depolanma şeklini temsil etmektedir. Yapılan analizler neticesinde çalışma hafızası kapasitesi ile diğer değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkilerin bulunduğu görülmektedir. Bu bulgulardan alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller ile çalışma hafızası kapasitesi arasında görülen anlamlı ilişki, alan bağımsızlık karakteristiğinin, çalışma belleğinin verimliliğini arttıran bir değişken olması ile yorumlanmaktadır (Johnstone & Al-Naeme, 1991). Başka bir ifade ile algılama filtresinin etkin bir şekilde çalışması, çalışma belleğinin işlemleri yapabilmesi için daha fazla alana sahip olabilmelerini sağlamaktadır. Araştırmacılar uzamsal yetenek ile çalışma hafızası arasındaki korelasyonu bir etki mekanizması olarak yorumlayamamaktadır. Çünkü çalışma hafızası kapasitesinin görsel boyutu olduğu düşünüldüğünde çalışma hafızası kapasitesi bu yeteneği etkileyen değişken olabileceği düşünülmektedir. Uzun süreli bellekte bilgilerin etkili bir şekilde birbiri ile ilişkilendirme yeteneği olarak düşünüldüğünde, bu yeteneği fazla olan kişilerin çalışma hafızası yükünü azaltarak bu mekanizmanın çalışmasını kolaylaştırılacağı düşünülmektedir. Görsel-uzamsal yeteneğin iyi düzeyde olması, uzun süreli bellekte bilgi birimleri arasında daha etkili bağlantıların kurulmasını sağlayabileceğini belirtilmiştir. Çünkü resimler, diyagramlar veya mekânsal ilişkiler, çeşitli bilgiler arasındaki bağlantıları ifade etmektedir. Görsel-uzamsal olarak yetenekli olmak, resim, diyagram veya mekânsal ilişkiler açısından görme yönünde güçlü bir eğilim anlamına gelir ve bunlar uzun süreli bellekte saklanması gerektiği belirtilmektedir.

Yazıcı (2014) çalışmasının bir alt problemi olarak öğretmen adaylarının alan bağımlı/bağımsız bilişsel stilleri ile uzamsal görselleştirme yetenekleri arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Araştırmada öğrencilerin bilişsel stilleri GSFT (Witkin vd., 1971) ile, uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme yetenekleri Purdue Döndürme Test (Purdue Visualization of Rotations Test, Guay & McDaniel, 1978) ile ölçülmüştür. Araştırma sonucunda yapılan varyans analizi sonucunda alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stillerdeki öğrencilerin uzamsal görselleştirme yetenekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır.

2.2.8.6. Uzamsal Yetenek ve Mental Kapasite Arasındaki İlişki ile İlgili Araştırmalar

Uzamsal yetenek ve mental kapasite arasındaki ilişkinin teorik gerekçesi Bölüm 2.2.3.4. açıklanmıştır. Bu bölümde bu iki değişken arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalar kronolojik sıra ile açıklanmıştır.

Carpenter, Just, Keller, Eddy & Thulborn (1999) çalışmalarının bir alt problemi olarak, zihinsel görüntüleme tekniği olan fMRI'ı kullanarak zihinsel döndürme etkinlikleri esnasında aktifleşen bölgeleri tespit etmeyi amaçlamışlardır. Araştırmada dört bireyin çeşitli etkinlikler neticesinde beyinlerindeki bazı bölgelerinde meydana gelen aktifleşmeler tespit edilmiştir. Yapılan ölçümler neticesinde dört bireyin zihinsel döndürme etkinlikleri esnasında, beyinlerindeki frontal lobta bulunan dorsolateral prefrontal kortexte aktifleşmenin olduğu tespit edilmiştir. Bu bölge daha önce yapılan çalışmalarda Baddeley'in çalışma hafızası modelinde açıklanan, karmaşık etkinliklerde kullanılan merkezi yürütme mekanizmasından sorulu olan bölge olarak belirtilmektedir. Araştırmacılar bu bulgular neticesinde beyinde bu bölgenin aktivasyonunun görse-uzamsal bilginin zihinse tutulması ve işlenmesini sağlayan ağların aktivasyonunu temsil ettiğini ifade etmişlerdir.

Miyake vd. (2001) çalışmalarında bireylerin uzamsal yeteneğe ilişkin performanslarındaki çalışma hafızası kapasitesinin rolünü incelemek amacıyla lisans öğrencilerinden oluşan bir örnekleme, yapısal eşitlik modellemesi tekniklerini kullanarak analizler yapmışlardır. Bu araştırmada bireylerin uzamsal yetenekleri Carrol'un (1993) yaptığı sınıflama dikkate alınarak uzamsal görselleştirme, uzamsal ilişkiler, uzamsal algı çerçevesinde incelenmiştir. Çalışma hafızası hem görsel uzamsal çalışma hafızası hem de merkezi yönetici sistem

değişkenleri olarak ele alınmıştır. Yapılan analizler neticesinde hem merkezi yönetici sistemin hem de görsel-uzamsal çalışma hafızasının uzamsal yeteneğin 3 bileşenini de istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yordadığı ifade edilmektedir.



BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde, çalışmada kullanılan model, evren ve örneklem, veri toplama araçları, veri toplama süreci, verilerin analizi bölümlerine yer verilecektir.

3.1.Çalışmada Kullanılan Model

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 sıklıkla kullanılmaktadır. Çünkü bu model bireylerin oluşturduğu gruplar ya da bireyler arasında, daha önceden var olan farklılıkların nedenlerini ya da sonuçlarını tanımlamak için kullanılır (Fraenkel, Wallen & Hyun, 2012). Bu model deneysel modeller kadar güçlü olmamasına rağmen, bu çalışmanın doğasına oldukça uygun olduğu düşünülmektedir.

3.2.Evren ve Örneklem

Çalışmanın, amaçlanan evrenini Ankara ili yedinci sınıfta öğrenim gören öğrenciler oluşturmaktadır. Ancak amaçlanan evren ile çalışmak çok zor olacağı için çalışmanın erişilebilir evreni Ankara ili merkez ilçelerinde (Altındağ, Çankaya, Etimesgut, Keçiören, Mamak, Pursaklar, Yenimahalle) öğrenim gören yedinci sınıf öğrencileri olarak belirlenmiştir. Ankara İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nün resmi internet sitesinden 2014 yılında

alınan istatistiki bilgilere göre merkez ilçelerde yer alan resmi ortaokullarda bulunan öğrenci sayısının ilçelere göre dağılımı Tablo 8’de görülmektedir.

Tablo 8

Ankara Merkez İlçeleri Resmi Ortaokullardaki Öğrenci Sayısı

	Yenimahalle	Keçiören	Etimesgut	Mamak	Altındağ	Çankaya	Pursaklar	Toplam
Okul Sayısı	52	60	32	56	41	57	14	312
Öğrenci sayısı	30269	48693	25917	31829	23223	30857	8668	199456

Tablo 8’de belirtildiği üzere Ankara merkez ilçelerinde devlet ortaokullarında toplam 199.456 öğrenci öğrenim görmektedir. Bu öğrencilerin yaklaşık 49.867 tanesi yedinci sınıfta bulunmaktadır.

Çalışmanın örnekleme, seçkisiz tabakalı örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Bu yöntemde evren kendini temsil edecek alt birimlere ayrılır. Sonra bu alt birimlerin her birinden eleman örnekleme yapılır. Alt birimlerde yer alan elemanların örnekleme dâhil edilmesi ise alt birimlerin toplam evrene olan oranı ile orantılı olarak yapılır (Fraenkel, Wallen & Hyun, 2012). Bu çalışmada evrene ait alt birim olarak Ankara merkez ilçeleri seçilmiştir. Evrende bulunan Ankara merkez ilçelerindeki öğrenci sayılarının oranlarına bakılarak, her merkez ilçeden örnekleme dâhil edilecek öğrenci sayısı belirlenmiştir. Bu durumda Altındağ ilçesinde resmi ortaokullardan 90-100 öğrenci; Çankaya ilçesinde resmi ortaokullardan 120-130; Etimesgut ilçesinde resmi ortaokullardan 80-90; Keçiören ilçesinde resmi ortaokullardan 190-200; Mamak ilçesinde resmi ortaokullardan 120-130; Pursaklar ilçesinde resmi ortaokullardan 70-80; Yenimahalle ilçesinde resmi ortaokullardan 120-130, toplamda 1000 civarında öğrencinin örnekleme dâhil edilmesine karar verilmiştir. Uygulamanın yapılacağı okullar Ankara merkez ilçelerindeki resmi ortaokulların yer aldığı listedeki okullar arasından kura çekilerek belirlenmiştir ancak kura çekmeden önce bu listeden bilimsel okuryazarlığı ölçeğinin adaptasyon çalışması için uygulama yapılan okullar çıkarılmıştır. Bu aşamadan sonra belirlenen okullarda uygulama yapılmasına ilişkin gerekli izinler alınmış (Ek-1) ve okul yöneticileri ile görüşülerek uygulamaya ilişkin planlama yapılmıştır. Bu çalışmada yukarıda belirtilen sayılarda, toplam yaklaşık 1000 öğrenciden veri toplanmıştır ancak YEM’in varsayımlarını test etmek ve veri setindeki kayıp verileri tespit etmek için yapılan analizler neticesinde, toplam 823 öğrenciden oluşan veri seti çalışmaya dâhil edilmiştir. Bu çalışmada örneklem büyüklüğüne ilişkin sınırları çizerken

YEM analizlerinin yapılabilmesi için gerekli olan örneklem genişliği önerileri dikkate alınmıştır. Bu bağlamda YEM analizlerinin sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi için, örneklem genişliğinin serbest parametre sayısının 10 ile 20 katı olması önerilmektedir (Kline, 2005). Araştırmada serbest parametre sayısı 55 olduğu için 550-1100 aralığında bir örnekleme ulaşılmaya çalışılmıştır.

Tablo 9’da araştırmaya dâhil edilen öğrencilerin hem ilçelere göre hem de cinsiyet gruplarına göre sayıları verilmiştir. Çalışmaya katılan öğrenciler 446 (%52) kız ve 377 (%46) erkek öğrenciden oluşmaktadır.

Tablo 9

Örnekleme Yeri Alan Öğrencilerin Bulundukları İlçelere Göre Dağılımı

	Yenimahalle	Keçiören	Etimesgut	Mamak	Altındağ	Çankaya	Pursaklar	Toplam
Kız	75	105	50	68	46	63	39	446
Erkek	49	92	38	54	45	61	38	377
Toplam	124	197	88	122	91	124	77	823

3.3. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada beş veri toplama aracı kullanılmıştır. Bunlar Bilimsel Okuryazarlık Testi, Mantıksal Düşünme Yetenek Testi, Grup Saklı Figürler Testi, Mental Kapasite Testi, Zihinsel Döndürme Test’leridir.

3.3.1. Bilimsel Okuryazarlık Testi

Bu çalışmada öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeyini belirleyebilmek için Fives vd., (2014) tarafından geliştirilen ölçme aracı kullanılmıştır. Bu ölçme aracı, alan yazındaki eksikliği giderebilmek için ortaokul öğrencilerine (11-14 yaş) yönelik olarak hazırlanmıştır. Araştırmacılar geçmişten günümüze (1974-2010) yapmış oldukları alanyazın taraması sonucunda bilimsel okuryazarlığın içermesi gereken boyutları belirlemişlerdir. Bunlar:

1. Bilimin Rolü: Bilimsel araştırmalar vasıtasıyla cevaplanabilecek soruları belirleme; bilimsel davranışların doğasını anlama; genel bilimsel kavramları anlama,
2. Bilimsel Düşünme ve Hareket Etme: Olguları tanımlama, olgular arasındaki ilişkilerin farkına varma, değişkenleri tanımlama, araştırma deseni hakkında eleştirel sorular sorma, kanıtlara dayanarak sonuçları değerlendirme,

3. Bilim ve Toplum: Bilimsel sonuçları günlük yaşama uygulama, her hangi bir konu hakkında karar vermede bilimin rolünü anlama, politik kararların altında yatan bilimsel konuları anlama,
4. Bilim Medya Okuryazarlığı: Bilimsel raporların geçerliliğini değerlendirmek için sorular sorma, bilimsel raporların kaynağını sorgulama,
5. Bilimde Matematik: Bilimde matematiği kullanma, bilimde matematiğin uygulamalarını anlama,
6. Bilime Yönelik Motivasyon ve İnançlar: Bilimin değeri, bilimsel okuryazarlık öz-yeterliği, bilime yönelik epistemolojik inançlar şeklinde belirlenmiştir (Fives vd., 2014).

Araştırmacılar yukarıdaki bileşenleri içeren bir ölçme aracı geliştirmişlerdir. Geliştirilen bilimsel okuryazarlık ölçme aracı, bünyesinde bir yetenek testi ve bir ölçeği barındırmaktadır. Bunlardan birincisi, tek faktörlü yapıya sahip olan sergilenen bilimsel okuryazarlık testi (BO-S); ikincisi, üç faktörden oluşan motivasyon ve inançlar (BO-Mİ) ölçeğidir. BO-Mİ ölçeği, bilimsel okuryazarlık öz-yeterliği, konu değeri ve bilime yönelik epistemolojik inançlar olmak üzere üç alt boyuttan oluşmaktadır. Sergilenen bilimsel okuryazarlık (BO-S) testi, bilimin rolü, bilimsel düşünme ve hareket etme, bilim ve toplum, bilim medya okuryazarlığı, bilimde matematik boyutlarına ilişkin soruları içeren tek boyutlu bir ölçme aracıdır.

Fives vd. (2014) çoktan seçmeli sorulardan oluşan BO-S testinin geliştirilmesi aşamasında hem nicel hem de nitel araştırma yöntemlerini kullanmışlardır. Araştırmacılar 1. pilot çalışmada 57, ikinci pilot çalışmada 53 çoktan seçmeli soru kullanmışlardır. Nitel ve nicel verilerin analizi sonucunda 41 maddelik çoktan seçmeli sorunun kullanılmasına ve ayrı bir bileşen olarak değerlendirilen bilim medya okuryazarlığının, bilim ve toplum boyutu içinde değerlendirilmesine karar vermişlerdir. Kırk bir sorudan oluşan testin, öğrencilerin cevaplama sürecinde bıkkınlığa sebep olabileceği düşünülerek, 26 soruluk iki ayrı versiyonu oluşturulmuştur. On bir soru her iki versiyonda ortak olarak kullanılmıştır. Araştırmacıların yaptığı analizler sonucunda bu iki versiyon arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Farklı bir ifade ile bu iki ölçek birbirine benzerdir. Her iki versiyonun KR-20 güvenirlik katsayısı 0.83 ve 0.82 olarak bulunmuştur. Araştırmacılar BO-S testinin bileşenlerini bulmak için temel bileşenler faktör analizi yapmıştır. Yapılan analizler sonucunda ise BO-S'nin tek faktörlü bir yapıya sahip olduğu bulunmuştur. Bu testin

uygulanma süresi her soru için yaklaşık 2 dakikadır. Ölçme aracını geliştiren araştırmacılar, testin uygulanma süresinin uzunluğu ilişkin endişelerinden dolayı, bu testin 19 sorudan oluşan kısaltılmış formunu da oluşturmuşlardır. Testin kısaltılmış formunun oluşturulmasında pilot çalışmalar esnasında izlenen süreçler dikkate alınmış ve benzer analizler yapılmıştır. Bu bağlamda sergilenen bilimsel okuryazarlığı bileşenlerinin test içindeki dağılımına dikkat edilerek 19 sorudan oluşan kısaltılmış form oluşturulmuştur. Bu araştırmada da uygulanma süresine ilişkin benzer endişeler bulunduğu için, BO-S testinin 19 sorudan oluşan kısaltılmış formu kullanılacaktır.

Motivasyon ve İnançlar (BO-Mİ) ölçeği, Bilimsel Okuryazarlık Öz- yeterliliği (8 soru), Konu Değeri (6 soru) ve Bilime Yönelik Epistemolojik İnançlar (11 soru) olmak üzere üç alt boyuttan oluşmaktadır. Ölçek toplam 25 sorudan oluşmakta ve 5’li likert tipindedir. Bilimsel Okuryazarlık Öz- yeterliliği ile ilgili 8 sorunun 4’ü Kettlehut’in (2010) ölçeğinden alınmış, 4 tanesi ise araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Konu değeri bileşenini ölçmek için kullanılan 6 soru, Wigfield ve Eccles (2000) tarafından geliştirilen ölçekten alınmıştır. Bilime Yönelik Epistemolojik İnançlar bileşenini ölçmek için, Conley, Pintrich, Vekiri ve Harrison (2004) tarafından geliştirilen ölçekten yararlanılmıştır. Yapılan temel bileşenler faktör analizi sonucunda ölçeğin 3 faktörlü bir yapıya sahip olduğu ve Cronbach α güvenirlik katsayılarının konu değeri boyutu için $\alpha = 0.80$; bilimsel okuryazarlık öz-yeterliliği boyutu için $\alpha = 0.72$; bilime yönelik epistemolojik inançlar boyutu için $\alpha = 0.88$ olduğu bulunmuştur. Tüm bu bulgular ölçeğin tatmin edici düzeyde yapı geçerliğine ve güvenirliğe sahip olduğunu göstermektedir.

Bilimsel Okuryazarlık ölçme aracının Türk diline adaptasyonu araştırmacı tarafından yapılmıştır. Bu test Helenrose Fives’den e- posta ile 03.10.2015 tarihinde alınan izinle kullanılmıştır (Ek 3). Araştırmada Bilimsel Okuryazarlık ölçme aracının bir alt boyutu olan Motivasyon ve İnançlar ölçeğine ilişkin yapılan üç faktörlü (Bilimsel Okuryazarlık Öz- yeterliliği, Konu Değeri ve Bilime Yönelik Epistemolojik İnançlar) DFA sonuçları, uygulamanın yapıldığı örneklem için birinci düzeyi doğruladığını ancak ikinci düzeyi doğrulamadığını göstermiştir. Bu analize ek olarak, Bilimsel okuryazarlık ölçeği için dört faktörlü (Sergilenen Bilimsel Okuryazarlık, Bilimsel Okuryazarlık Öz- yeterliliği, Konu Değeri ve Bilime Yönelik Epistemolojik İnançlar) DFA sonuçları, uygulamanın yapıldığı örneklem için birinci düzeyi doğruladığını ancak ikinci düzeyi doğrulamadığını göstermiştir.

Bu sebeple bu ölçme aracının sergilenen (Demonstrated) bilimsel okuryazarlık testi (BO-S) bağımlı değişken olarak kullanılacak, BO-Mİ ölçeği kullanılmayacaktır.

Bu araştırmada öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeyi BO-S testi ile tespit edilecektir. Araştırmanın diğer bölümlerinde sergilenen bilimsel okuryazarlık kavramı yerine bilimsel okuryazarlık (BO) kavramı kullanılmıştır. Aşağıda örnek bir sorunun verildiği BO testinin Türkçeye adaptasyonu ile ilgili bilgiler ve aşamalar Bölüm 3.4’de detaylı olarak verilmektedir.

Alper “ Ev Ödevine Hayır Grubu” tarafından oluşturmuş bir internet sitesi bulmuştur. Öğrencilere verilen ev ödevlerinin olumlu ve olumsuz yönlerini araştırmak isteyen Alper için, bu site güvenilir bir bilgi kaynağı mıdır?

- A. Evet. Bu grup ev ödevine karşıdır ve ev ödevinin olumlu ve olumsuz yönlerini bilmektedir.
- B. Evet. İnternet sitelerindeki bilgiler her zaman tutarlı ve doğrudur.
- C. Hayır. Bu grup, internet sitesinde ev ödevinin olumsuz yönlerini savunan görüşleri daha fazla ön plana çıkarmış olabilir.
- D. Hayır. Bu grup, muhtemelen ev ödevinin olumlu ve olumsuz yönlerini tartışma konusunda yeterli değildir.

Şekil 3 BO örnek soru

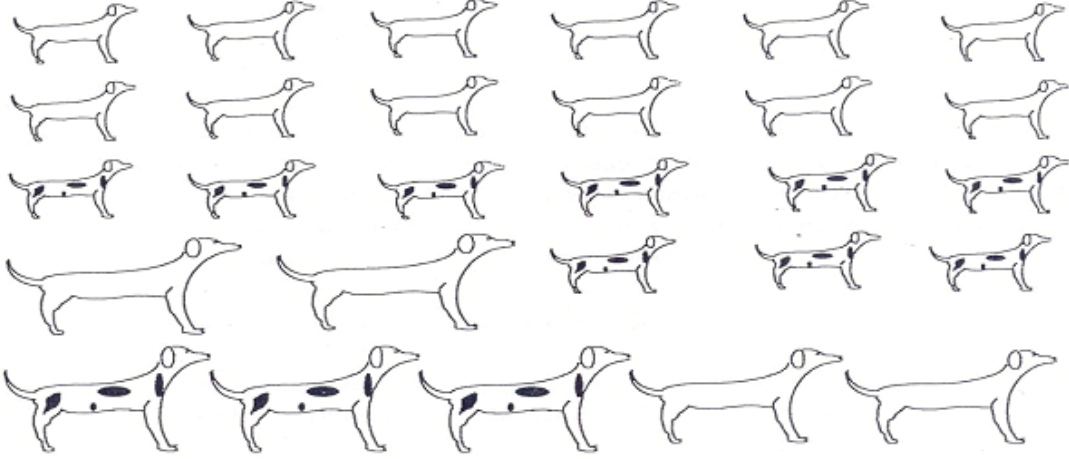
3.3.2.Mantıksal Düşünme Yetenek Testi

Öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerindeki gelişimi ölçebilmek için geçmişten günümüze farklı uygulamalar bulunmaktadır. Piaget ve Inhelder tarafından yapılan klinik mülakat yöntemiyle çocukların zihinsel gelişim seviyelerinin geçerli bir şekilde tespit ettikleri belirtilmektedir (Lawson & Blake, 1976; Lawson, Blake & Nordland, 1974; Lawson, Nordland & Kahle, 1975; Lawson & Renner, 1975). Ancak bu mülakatlar, testi yapan kişinin uzmanlığını, özel materyaller ve malzeme kullanımını gerektirmektedir. Bu yüzden bu yöntem geniş kitlelere uygulanması açısından oldukça zaman alıcıdır. Bu dezavantajı giderebilmek amacıyla çeşitli bilim insanları tarafından gruplara uygulanabilecek nitelikte geçerli ve güvenilir ölçme araçları geliştirilmeye çalışılmıştır (Lawson, 1978). Ancak bu ölçek formatları da istenilen amaca hizmet edememiştir. Hem

geniş gruplara hitap edebilecek hem de Piaget ve Inhelder'in kullandığı klinik mülakat yöntemindeki soruların doğasına uygun olan ölçme araçları geliştirilmiştir. Bunlardan birisi Lawson (1978) tarafından geliştirilmiştir. Lawson tarafından geliştirilen bu test (Classroom Test of Scientific Reasoning) soyut işlemler döneminde bulunan bireylerin sahip olması gereken 5 yetenek (değişkenlerin teşhisi ve kontrolü, olasılıksal düşünme, oranlı düşünme, korelasyonel düşünme, kombinasyonel düşünme) ve somut işlemler dönemine ait bir yeteneği (korunum) içene alacak şekilde 6 alt boyuttan oluşmaktadır. Test iki aşamalı aşamalı yarı açık uçlu 12 sorudan oluşmaktadır. Sadece ABD değil Türkiye, Çin, Avustralya gibi pek çok ülkede oldukça yaygın olarak kullanılan bu testin, çoğunlukla üniversite öğrencilerinin mantıksal düşünme yeteneklerini ölçmek amacıyla kullanıldığı görülmüştür (Ateş & Çataloğlu, 2007; Pratt & Hacker, 1984; Bao, vd., 2009). Bu sebeple bu araştırmada 11-18 yaş aralığında olan öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerini ölçmek için Tobin ve Capie (1981) tarafından geliştirilen mantıksal düşünme yetenek testi (MDYT) kullanılmıştır. Tobin ve Capie (1981) yaptığı çalışmada Cronbach α güvenirlik katsayısını 0.85 olarak bulunmuştur. Öğrencilerin (88 kişi) bu testten aldıkları puanlar ile Piaget'in klinik mülakatlarında kullandığı 5 sorudan aldıkları puanlar arasındaki korelasyon ise 0.80 bulunmuştur. Bu durum testin geçerliliği için bir kanıt sayılmaktadır. On sorudan oluşmakta olan testin uygulanma süresi 40 dakikadır. Test mantıksal düşünme yeteneğinin alt bileşenlerine ilişkin soruları içermektedir. Bunlar: Değişkenlerin teşhisi ve kontrolü (2 soru), olasılıksal düşünme (2 soru), oranlı düşünme (2 soru), korelasyonel düşünme (2 soru) ve kombinasyonel düşünmedir (2 soru). Testin ilk 8 sorusu iki aşamalı son iki sorusu tek aşamalıdır. Öğrencilerden ilk 8 sorunun ilk aşamasında, doğru cevabı seçenekler arasında bulmaları ikinci aşamasında ise bu cevabı vermelerinin sebebini seçenekler arasında bulmaları istenmektedir. Öğrenciler her iki aşamayı da doğru olarak yanıtlarsa tam puan almaktadırlar. Son iki soruda ise öğrencilerden doğru cevabı yazmaları istenmektedir. Sorunun cevabı tam olarak doğru olduğu zaman tam puan alınmaktadır. Testten maksimum 10 puan alınabilmektedir. Testten alınan puanlara göre öğrencilerin somut, geçiş dönemi ve soyut işlemler döneminde olduğu kabul edilebilmektedir (Valanides, 1997). Bu çalışmada öğrencilerin testten aldıkları toplam puan kullanılmıştır. Aşağıda teste ilişkin örnek bir soru verilmiştir.

1.aşama

7 büyük ve 21 tane küçük köpek şekli aşağıda verilmiştir. Bazı köpekler benekli bazıları ise beneksizdir. Büyük köpeklerin benekli olma olasılıkları küçük köpeklerden daha fazla mıdır?

A. Evet**B. Hayır****2.aşama:**

Neden yukarıdaki cevabı seçtiğinizi açıklayınız.

Şekil 4 MDYT örnek soru

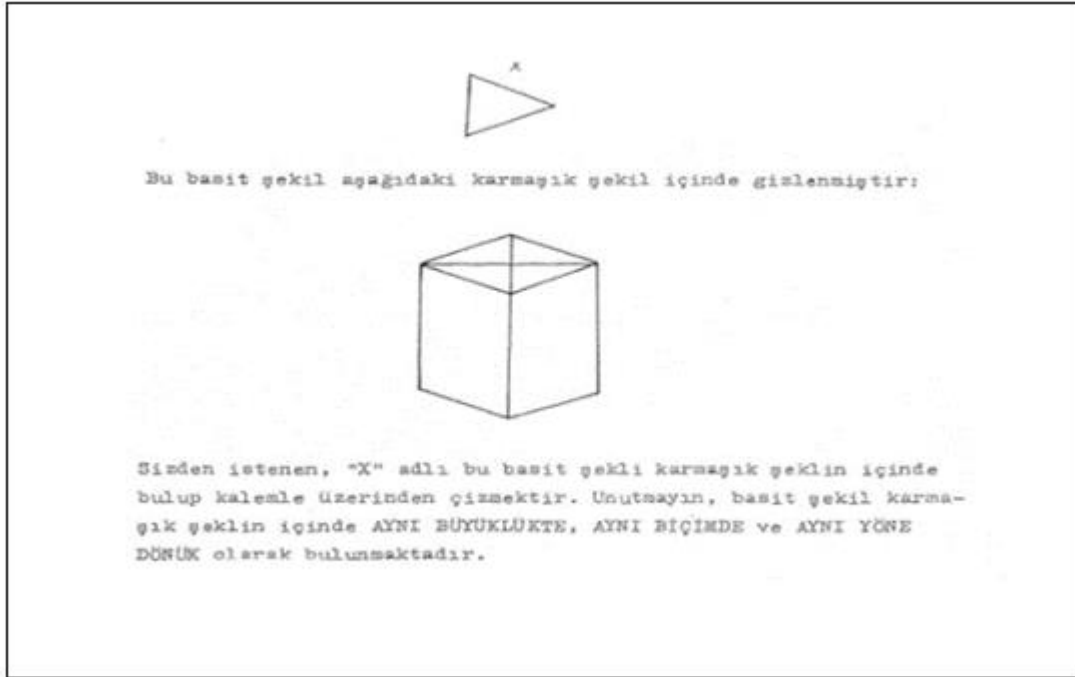
Şekil 4’de örnek bir sorusu verilmiş testin Türkçeye çevrilmesi ve adaptasyonu Geban, Aşkar ve Özkan (1992) tarafından yapılmış ve Cronbach α güvenirlik katsayısı 0.77 olarak bulunmuştur.

Bu araştırmada kullanılan tüm yetenek testlerinin doğasının aynı olmasının (tek aşamalı) daha uygun olacağı düşünüldüğü için bu testin ilk 8 sorusunda yer alan ikinci aşamalar kullanılmamıştır. Son iki soruda herhangi bir değişiklik yapılmamıştır. Bu durumda testin uygulama süresi 30 dakika olarak belirlenmiştir. Son haliyle her bir soruya doğru yanıt verenler 1 puan, yanlış yanıt verenler 0 puan almıştır. Bu şekilde testten alınabilecek en yüksek puan 10’dur. Testten elde edilen verilerin analizinde ise toplam puan alınmış, yukarıda bahsedilen grupta yapılmamıştır.

Bu araştırmada, mantıksal düşünme yetenek testinin Cronbach α güvenirlik katsayısı SPSS 23 paket programı ile hesaplanmış ve 0.63 olarak bulunmuştur. Testin yapı geçerliğine ilişkin analizler Bölüm 4.3.1’de verilmiştir.

3.3.3.Grup Saklı Figürler Testi

Bu çalışmada öğrencilerin alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimini belirlemek için GFST kullanılmıştır (Witkin vd., 1971). Bu test bu alanda en yaygın kullanılan testlerden birisidir (Pithers, 2002). GSFT her bir katılımcının alan bağımlılık/bağımsızlık seviyesini tespit etmek için geliştirilmiştir. Bu test saklı figürler testinin modifikasyonu sonucunda elde edilmiştir. Testte katılımcılardan basit geometrik şekilleri karmaşık geometrik şekiller arasından belirli bir zaman içinde tespit etmeleri beklenmektedir. Testin Cronbach α güvenirlik katsayısı 0.82 olarak bulunmuştur (Witkin vd, 1971). Bu çalışmada kullanılan test kitapçık formundadır. Testin online formu da bulunmaktadır ancak bu araştırmadaki kullanılabilirliği açısından kitapçık formu tercih edilmiştir. Test 3 bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm yedi diğer iki bölüm dokuz sorudan oluşmaktadır. İlk bölümün 2 diğer iki bölüm 5'er dakika içinde tamamlanması gerekmektedir İlk bölüm öğrencilerin pratik yapmalarını amaçlayan nispeten basit sorulardan oluşmaktadır. İkinci ve üçüncü bölümdeki sorular baştakilere göre biraz daha zordur ve sadece bu bölümlerden alınan puanlar toplam puana dâhil edilmektedir. Aşağıda testin yönergesine ilişkin örnek bir soru gösterilmiştir.



Şekil 5 GSFT örnek soru

Şekil 5'te yönergesi ile birlikte örnek bir sorunun görüldüğü öğrencilerin testten alacakları puanlar 0-18 arasında değişmektedir. Bu araştırmada testten elde edilen verilerin analizinde toplam puan alınmış, yukarıda bahsedilen gruplama yapılmamıştır.

Uygulama esnasında öğrencilerin dikkat edeceği hususlar aşağıdaki gibidir:

1. Karmaşık şeklin içinden bulunması istenen basit şekil, aynı oranlarda (en, boy, yükseklik) olmalıdır.
2. Verilen karmaşık şekillerin içerisinde aynı basit şekiller bulunabilir ancak sadece istenilen basit şekil bulunacaktır.
3. Uygulama esnasında herhangi bir ölçüm aleti kullanılmayacaktır (Alamolhodaie, 1996).

Gerek yurt içinde gerekse yurt dışındaki pek çok bilimsel araştırmada kullanılan bu testin Türkçeye adaptasyonu Çakan (2003) tarafından yapılmıştır. Testin Cronbach α güvenirlik katsayısı yedinci sınıf öğrenciler için 0.82 bulunmuştur.

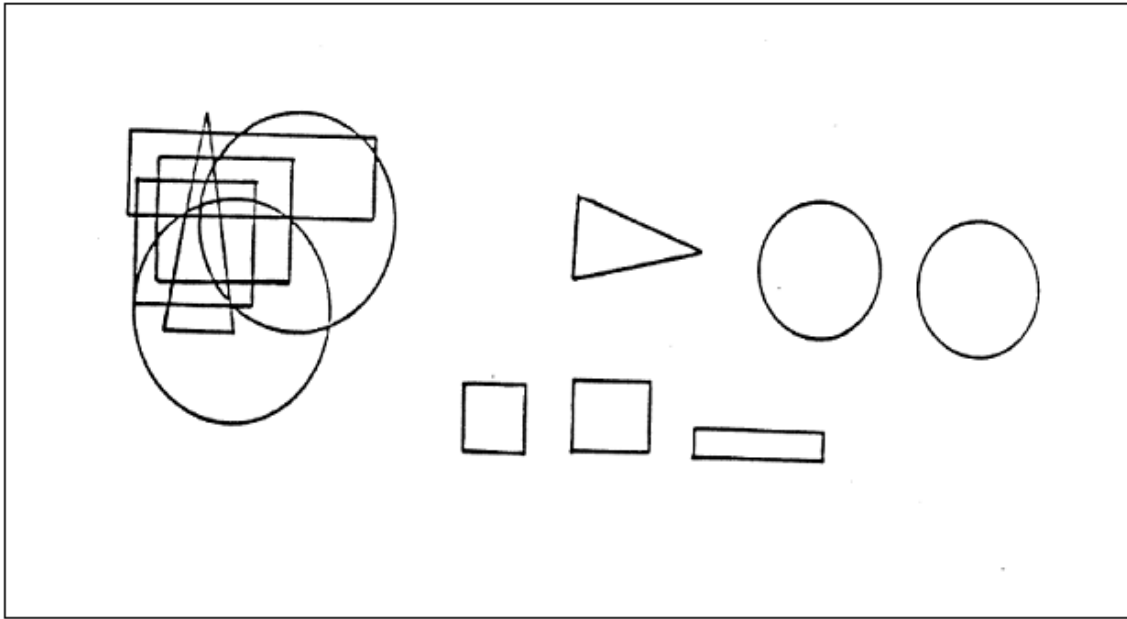
Witkin vd., (1971) tarafından geliştirilen testi uygulamak için MindGarden adlı aracı kuruluştan özel izin alınmıştır. İzne ilişkin bilgilendirme Ek 5’te görülmektedir.

Bu araştırmada, bu test 823 kişiden oluşan yedinci sınıf öğrencilerine uygulanmış ve testin Cronbach α güvenirlik katsayısı 0.89 olarak bulunmuştur. Testin yapı geçerliğine ilişkin analizler Bölüm 4.3.2’de verilmiştir.

3.3.4.Mental Kapasite Testi

Bireylerin fonksiyonel mental kapasitesini belirlemek için en sık kullanılan ölçme araçlarından birisi Pascual- Leone ve Burtis tarafından 1975 yılında geliştirilmiş olan Şekil Kesişim Testi’dir (The Figural Intersection Test). Pascual-Leone ve Johnson tarafından 2001 (Pascual-Leone & Johnson, 2001) yılında bu testin gruplara uygulanabilir özellikteki son formatı oluşturulmuştur. Bu araştırmada testin bu formatı kullanılmıştır. 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. Bu öğrencinin bu testi tamamlaması için, ilgili şekilleri ayrı ayrı aklında tutması ve bu şekillerin kesişim noktalarını belirlemek için bu operatif şemaları birbiriyle birleştirebilmesi gerekmektedir (Engeman, 2000).

Testin uygulanmasından önce, uygulama esnasında gerekli olabilecek becerileri ve süreçleri göstermek için 2 tane örnek soru yapılmaktadır. Pascual-Leone ve Johnson deneme test sonuçlarının testin güvenilirliği için kritik bir öneme sahip olduğunu belirtilmektedir. Testteki her soruda 2-8 arasında değişen farklı geometrik şekil kullanılmıştır. Kullanılan geometrik şekillerin sayısının artması, sorunun zorluğunu arttırmaktadır. Bazı sorulardaki karmaşık şeklin içinde sağ tarafta bulunan geometrik şekillerin dışında farklı bir şekil kullanılmaktadır. Puanlama esnasında, çeldirici olarak kullanılan bu şekil göz ardı edilmektedir. Testte, iki geometrik şekilden oluşan maddeler seviye 1; üç geometrik şekilden oluşan maddeler seviye 2; dört geometrik şekilden oluşan maddeler seviye 3; beş geometrik şekilden oluşan maddeler seviye 4; altı geometrik şekilden oluşan maddeler seviye 5; yedi geometrik şekilden oluşan maddeler seviye 6; sekiz geometrik şekilden oluşan maddeler seviye 7 olarak sınıflandırılmıştır. Bu testte öğrencilerden beklenen sadece sağ tarafta yer alan geometrik şekillerin kesişim bölgesini sol tarafta yer alan karmaşık şekil içinde tespit etmeleri ve bu bölgeyi işaretlemeleridir. Aşağıda testte yer alan beşinci seviye sorulardan bir örnek görülmektedir.



Şekil 6 ŞKT beşinci düzey örnek soru

Şekil 6’da örnek bir sorunun görüldüğü testte yer alan her soru farklı zorluk seviyesine sahip olsa da her soruda benzer bilişsel strateji kullanılmaktadır. Bu test için zaman limiti bulunmamaktadır. Niaz (1988b) üniversite öğrencileri ile yapmış olduğu bir çalışmada zaman limitini 12 dakika olarak belirlemiştir. Bu araştırma yedinci sınıf öğrencileri ile yapılacağı için testin uygulama süresi 1 ders saati olarak belirlenmiştir. Testi geliştiren

araştırmacılar tarafından testin puanlanmasına ilişkin farklı yöntemler verilmiştir. Yöntemlerden birisinde, eğer bir öğrenci bir seviyede bulunan tüm soruları yanıtlarsa 1 puan alabilmektedir. Bu durumda gelinebilecek son seviye 7'dir. Pascual-Leone ve Johnson (2001)'e göre geçilen her bir seviye bireylerin teorik olarak mental kapasitelerini belirtmektedir. Yöntemlerden bir diğeri de her bir soru için doğru yanıt 1, yanlış yanıt 0 olacak şekilde, testten en yüksek 36 puan alınabileceği puanlama şeklidir. Bu araştırmanın doğası gereği bu puanlama yöntemi kullanılmış ve verilerin analizinde de toplam puan alınmıştır.

Bu ölçek farklı yaş gruplarındaki örneklemelere uygulanmış ve Cronbach α güvenirlik katsayısı ortalama olarak 0.80'in üzerinde bulunmuştur (Bereiter, 1981; Lawson, 1983).

Bu test Juan Pascual-Leone'dan e- posta ile 30.04.2015 tarihinde alınan izinle kullanılmıştır (Ek 6).

Bu araştırmada, bu test 823 kişiden oluşan yedinci sınıf öğrencilerine uygulanmış ve testin Cronbach α güvenirlik katsayısı 0.89 olarak bulunmuştur. Testin yapı geçerliğine ilişkin analizler Bölüm 4.3.3'de verilmiştir.

3.3.4.Zihinsel Döndürme Testi

Bu araştırmada öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin bir boyutu olan zihinde döndürme yeteneklerini belirlemek için zihinsel döndürme testi (ZDT) kullanılmıştır. Bu test Peters, Laeng, Latham, Jackson, Zaiyouna, Richardson'ın (1995) "A redrawn Vandenberg and Kuse Mental Rotations Test: Different Versions and Factors That Affect Performance" başlıklı çalışmalarıyla yeniden oluşturdukları Zihinsel Döndürme Testi (Mental Rotation Test) adıyla bilinmektedir. Bu testin dört versiyonu bulunmaktadır. Bunlar:

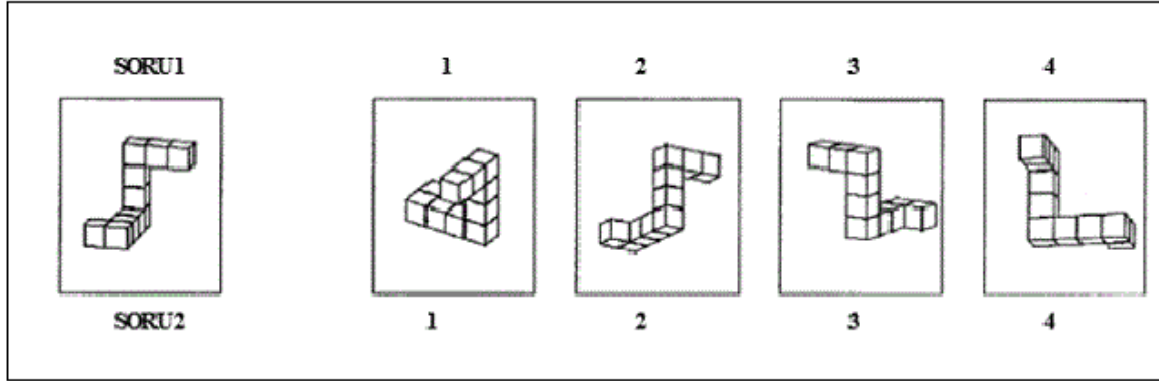
1. MRT-A: Temel formattır.
2. MRT-B
3. MRT-D: Cisim yatay eksen etrafında döndürülür.
4. MRT-C: cisim hem yatay hem de düşey eksen etrafında döndürülür. En zor olan formattır (Peters vd., 1995).

Bu çalışmada adaptasyonu Yıldız ve Tüzün (2011) tarafından yapılan MRT-A formatı kullanılmıştır. Yıldız ve Tüzün (2011) üç ilköğretim okulunda yaptığı çalışmada (n=161)

Cronbach α güvenilirlik katsayısını 0,71 olarak hesaplamıştır. Aşağıda testte yer alan sorulardan biri örnek olarak verilmiştir.

Örnek Soru:

Sağdaki 1,2,3 ve 4 numaralı şekillerden yalnızca iki tanesi soldaki nesnenin döndürülmesi ile oluşturulmuştur. Her sorudaki bu iki şekli bulunuz ve işaretleyiniz.



Şekil 7 ZDT örnek soru

Şekil 7’de örnek bir sorusu görülen test, 4 seçenekli 24 sorudan oluşmakta ve tek boyutlu bir yapıya sahiptir. Bu 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 Testin uygulama süresi 40 dakikadır.

Test adaptasyon çalışmasını yapan araştırmacılardan e- posta ile 24.02.2016 tarihinde alınan izinle kullanılmıştır (Ek 7).

Bu araştırmada, bu test 823 kişiden oluşan yedinci sınıf öğrencilerine uygulanmış ve testin Cronbach α güvenilirlik katsayısı 0.77 olarak bulunmuştur. Testin yapı geçerliğine ilişkin analizler Bölüm 4.3.4’de verilmiştir.

3.4.Bilimsel Okuryazarlık Testinin Adaptasyonu

Bu bölümde ölçme aracının Türkçeye adaptasyon süreci aşamalar halinde anlatılmıştır.

3.4.1. Adaptasyon Sürecine Katılan Örneklem

Bilimsel okuryazarlık testinin adaptasyon çalışması Ankara İli'nde, 2015-2016 eğitim-öğretim yılında öğrenim gören 500 yedinci sınıf öğrencisi ile yapılmıştır. Çalışmaya Altındağ ilçesinden 61 öğrenci; Çankaya ilçesinden 79 öğrenci; Etimesgut ilçesinden 69 öğrenci; Keçiören ilçesinden 122 öğrenci; Mamak ilçesinden 69 öğrenci; Pursaklar ilçesinden 26 öğrenci; Yenimahalle ilçesinden 74 olmak üzere toplam 500 öğrenci katılmıştır. Uygulamanın yapılacağı okullar Ankara merkez ilçelerindeki resmi ortaokulların yer aldığı listedeki okullar arasından kura çekilerek belirlenmiştir. Bundan sonra ilgili okullarda uygulama yapılmasına ilişkin gerekli izinler alınmış (Ek 2) ve okul yöneticileri ile görüşülerek uygun bir zamanda uygulama gerçekleştirilmiştir. Testin adaptasyon sürecine katılan öğrenciler 275 (55) kız ve 225 (%45) erkek öğrenciden oluşmaktadır. Aşağıda Tablo 10'da öğrencilere ait özellikler gösterilmiştir.

Tablo 10

Testin Adaptasyon Sürecine Katılan Örneklemin Özellikleri

	Yenimahalle	Keçiören	Etimesgut	Mamak	Altındağ	Çankaya	Pursaklar	Toplam
Kız	49	63	29	41	37	43	13	275
Erkek	25	59	40	28	24	36	13	225
Toplam	74	122	69	69	61	79	26	500

3.4.2. İşlem

Testin adaptasyon süreci, Hambleton ve Patsula'nın (1999) Uluslararası Test Komisyonu için hazırladığı rehberden ve diğer pek çok deneysel çalışmalardan elde edilen bilgilerden yola çıkarak hazırladıkları test uyarlama aşamaları dikkate alınarak sürdürülmüştür. Bu aşamalar aşağıdaki gibidir:

1. Yeni bir test geliştirmenin mi, yoksa var olan testi uyarlamanın mı daha kullanışlı olacağına karar verilmesi
2. Uyarlama yapılmasına karar verildikten sonra gerekli izinler alınması
3. Çalışılacak olan kültürlerdeki ve dil gruplarındaki ölçülen özelliğe ait yapının varlığı ve eşitliğinin sağlanması
4. İyi çevirmenlerin seçilmesi
5. Testin çevrilip uyarlamaya geçilmesi

6. Testin uyarlanmış halinin gözden geçirilmesi ve gerekiyorsa değişiklikler yapılması
7. Uyarlanan testin deneme grubunda uygulanması
8. Uyarlama aşamasındaki testin daha büyük bir grupta uygulanması
9. Uygun bir yöntemle geçerlik ve güvenirlik çalışması yapılması (Hambleton & Patsula, 1999).

Adaptasyonu yapılmak istenen bilimsel okuryazarlık testi ortaokul öğrencilerine yönelik olarak hazırlanmıştır. Bu test aynı zamanda belirli bir alan bilgisi gerektirmeyen sorulardan oluşmaktadır. Soruların sahip olduğu bu özellik, öğrencilerin her hangi bir alanda (fizik, kimya, biyoloji) sahip olabilecekleri alternatif kavramların, bu araştırmada yer alan değişkenler arasındaki ilişki örüntüsünü görmemizi etkileyebileceği kaygısının önüne geçmiştir. Testin hem ortaokul öğrencilerine yönelik olarak hazırlanması hem de alan bilgisi gerektirmeyen sorulardan oluşması, bu araştırmanın hem evreni ve hem de amacı ile örtüştüğü için ölçeğin uyarlanmasının daha uygun olduğuna karar verilmiştir. Bu aşamadan sonra testi geliştiren araştırmacıların her biri ile iletişime geçilerek testin adaptasyonu ve uygulanmasına yönelik izinler ve tavsiyeler alınmıştır. Orijinal test her biri 26 maddeden oluşan iki ayrı versiyona sahiptir. Araştırmacılar uygulama kolaylığı açısından 19 maddelik oluşan kısaltılmış versiyonunun da kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Bu versiyonun uygulama süresi 40 dakikadır. Araştırmacıların tavsiyesi doğrultusunda bu çalışmada ölçeğin kısaltılmış versiyonunun kullanılmasına karar verilmiştir. Bu aşamadan sonra ölçülmek istenen bilimsel okuryazarlık kavramı her iki dilde de aynı anlama geldiği için çevirmenlerin belirlenmesi aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada özgün ölçeği, hedef dil olan Türkçe'ye çevirecek kişiler belirlenmiştir. Belirlenen kişilerden birincisi, lisans eğitimini fen eğitimi alanında ve eğitim dili İngilizce olan bir üniversitede tamamlamış, fen eğitimi alanında yüksek lisans yapan bir araştırma görevlisi; ikincisi lisans ve yüksek lisans eğitimini fen eğitimi alanında ve eğitim dili İngilizce olan bir üniversitede tamamlamış, doktora yapan bir araştırma görevlisi ve son kişi Üniversitelerarası Dil Sınavı'ndan (ÜDS) yüksek bir puan almış ve fen eğitimi alanında doktora yapan bir araştırma görevlisidir. Özgün ölçeğin, üç ayrı kişi tarafından hedef dile çevrilmesinden sonra, üç form bir araya getirilerek ölçek maddeleri üzerinde tartışılmış ve fen eğitimi alanındaki yüksek lisans ve doktorasını yurt dışında tamamlamış bir öğretim üyesinin de katkısıyla çelişkili maddeler üzerinde uygun düzeltmeler yapılarak tek bir Türkçe form elde edilmiştir. Bu aşamadan sonra, ilk çeviri aşamasına katılmayan ve iyi seviyede İngilizce bilen bir kişi tarafından

Türkçe formdaki maddeleri tekrar İngilizceye çevrilmiştir. Hambleton ve Patsula (1999) geri çevirideki çevirmenlerin hedef kültürlerdeki kelimelere aşina olmaları şartıyla ilk çeviriyi yapanlar kadar alan uzmanı olmayabileceklerini belirtmişlerdir. Bu açıklama doğrultusunda geri çeviri aşamasını yapan kişi için, fen eğitimi alanına bir uzmanlığa sahip olması şartı aranmamıştır.

Bu aşamadan sonra özgün ölçek ile İngilizce form maddelerinin anlamsal olarak birbirlerini karşılayıp karşılamadığını kontrol edilmiştir. Son olarak elde edilen Türkçe form maddeleri, Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı bir ortaokulda görev yapan bir Türkçe Öğretmeni tarafından dil bilgisi kuralları, akıcılık ve anlaşılabilirlik gibi ölçütlere göre değerlendirilmiştir. Bu işlemten sonra, tekrar uygun düzeltmeler yapılmıştır.

Bu aşamaların sonunda elde edilen Türkçe formdaki maddelerin, dilsel eş değeri sağlamak için bir devlet okulunun 2015-2016 eğitim-öğretim yılında öğrenim gören yirmi beş yedinci sınıf öğrencisi ile görüşme yapılmıştır. Görüşme yapılmadan önce, öğrencilerden herhangi bir zaman kısıtlaması olmaksızın soruları yanıtlamaları istenmiştir. Bu şekilde ölçeğin tamamlanması için yeterli olan süre belirlenmeye çalışılmıştır. Uygulamadan sonra okulun Türkçe Öğretmeni ile birlikte, öğrencilerin ölçeğe verdikleri cevaplar değerlendirilmiştir. Bu aşamada öğrencilerin en çok hangi soruya yanlış cevap verdikleri, yanlış verdikleri cevaplarda da hangi çeldiriciyi daha çok seçtikleri tespit edilmiştir. Bu değerlendirmeden sonra uygulamanın yapıldığı öğrenciler ile görüşme yapılmıştır. Bu kapsamda, araştırmacı tarafından her bir soru tek tek okunmuş ve her bir sorudan ne anlaşıldığı öğrencilere sorulmuştur. Sorular ve seçeneklere ilişkin yanlış anlaşılmalara not edilmiştir. Öğrencilerden gelen dönütler üzerine sorular ve cevaplar yeniden incelenerek gerekli görülen düzeltmeler yapılarak test uygulama öncesi son haline getirilmiştir.

Uygulanan bu aşamalardan sonra ölçeğin dilsel eş değerinin sağlandığı düşünülerek, güvenilirlik ve geçerlik çalışmaları için uygulamalar başlatılmıştır.

3.4.3. Adaptasyon Sürecine İlişkin Veri Analizi

3.4.3.1. Betimsel Analiz ve Doğrulayıcı Faktör Analizi

Bilimsel okuryazarlık testi, çoktan seçmeli 19 sorudan oluşan bir ölçeğe araçtır. Testin son hali evrende belirtilen Ankara ili merkez ilçelerinde bulunan yedi ortaokulda yedinci sınıfta öğrenim gören 500 kişilik gruba uygulanmış, gerekli istatistiksel işlemler bu uygulamadan

elde edilen veriler üzerinden yapılmıştır. Testin Cronbach α güvenilirlik katsayısı 0,65'tir. Asıl forma ilişkin betimsel istatistikler Tablo 11'de ve maddelere ilişkin ayırt edicilik ve madde güçlük indeksleri Tablo 12'de sunulmaktadır.

Tablo 11

Testin Son Haline İlişkin Betimsel İstatistikler

Madde Sayısı	19
Aritmetik Ortalama	7,30
Ortalama Madde Güçlüğü	0,39
Ortalama Madde Ayırt Ediciliği	0,37
Standart sapma	3,17
Ortanca	7,00
Mod	5,00
Çarpıklık Katsayısı	0,36
Basıklık Katsayısı	-0,49

Ortalama, mod ve medyanın birbirine eşit olması dağılımın mükemmel bir şekilde simetrik olduğu anlamına gelir (Howitt & Cramer, 1997). Tablo 11 incelendiğinde, öğrencilerin aldıkları puanların aritmetik ortalamasının 7,30 ortancasının 7,00 tepe değerinin ise 5,00 olduğu gözlenmektedir. Merkezi yığılma ölçülerinin birbirine yakın değerler aldığı söylenebilir. Puanların oluşturduğu dağılımın çarpıklık katsayısı 0,36 basıklık katsayısı ise -0,49'dur. Çarpıklık katsayısının sıfırdan küçük olması dağılımın sola çarpık (negatif çarpık), büyük olması ise sağa çarpık (pozitif çarpık) olduğunu, katsayı sıfıra eşitse dağılımın ortalamaya göre simetrik olduğunu gösterir. Basıklık katsayısının sıfırdan küçük olması dağılımın basık, büyük olması sivri, sıfıra eşit olması ise dağılımın normal dağılıma uygun olduğunu gösterir (Howell, 2010). Bu katsayıların ± 1 sınırları içinde kalması puanların normal dağılımdan aşırı sapma göstermediği anlamına gelmektedir (Mertler & Vannatta, 2005).

Tablo 12

Maddelere İlişkin Ayırt Edicilik ve Madde Güçlük İndeksleri

Madde	Düzey	Madde Güçlük İndeksi(pj)	Madde Ayırt Edicilik İndeksi(rjx)
1	Zor	0,21	0,26
2	Kolay	0,66	0,41
3	Orta Güçlük	0,41	0,46
4	Orta Güçlük	0,58	0,58
5	Orta Güçlük	0,43	0,46
6	Zor	0,21	0,29
7	Zor	0,27	0,27
8	Orta Güçlük	0,55	0,46
9	Zor	0,36	0,51
10	Oldukça Zor	0,10	0,08
11	Oldukça Zor	0,15	0,12
12	Orta Güçlük	0,44	0,45
13	Orta Güçlük	0,58	0,51
14	Orta Güçlük	0,57	0,67
15	Oldukça Zor	0,09	0,04
16	Zor	0,28	0,11
17	Orta Güçlük	0,48	0,51
18	Zor	0,30	0,28
19	Kolay	0,63	0,54
Ortalama	Orta Güçlük	0,38	0,37

Madde analizinde istenen, bir maddenin testten yüksek puan alan üst grup tarafından doğru yanıtlanması, düşük puan alan alt grup tarafından ise yanıtlanmaması veya yanıtlayan sayısının az olmasıdır. Madde ayırt edicilik indeksi bu durumu göstermek için kullanılır ve -1 ile 1 arasında değişen değerler alır. Madde ayırt edicilik indeksinin 1'e yaklaşması üst gruptaki bireylerin çoğunun bu soruyu doğru yanıtladığının, alt gruptaki bireylerin ise çeldiricilere yöneldiğini gösterir. Madde ayırt edicilik indeksinin -1'e yaklaşması istenmeyen bir durumdur ve alt gruptaki bireylerin doğru yanıtı, üst gruptaki bireylerin ise çeldiricilere yöneldiğinin ifade etmektedir (Crocker & Algina 2006).

Ebel (1965), madde ayırıcılık indeksi için şu ölçütleri önermektedir:

1. Ayırıcılık gücü 0,40 ve üzerinde olan maddeler oldukça tatmin edici biçimde işlemektedir.
2. Ayırıcılık gücü 0,30 – 0,39 arasında olan maddeler düzeltilmeye ihtiyaç duyulmadan, olduğu gibi testte kullanılabilir.
3. Ayırıcılık gücü 0,20 – 0,29 arasında olan maddeler gerekli düzeltmelerden sonra testte kullanılabilir.
4. Ayırıcılık gücü 0,19'un altında olan maddeler tamamen düzeltilmeli ya da testten çıkarılmalıdır (akt. Crocker & Algina, 2006).

Bu ölçütler dikkate alındığında 10, 11,15 ve 16. soruların alt grup ve üst gruptaki bireyleri yeteri düzeyde ayırmadığı görülmektedir.

Madde güçlük indeksi bir maddenin grupta doğru yanıtlanma oranıdır ve 0 ile 1 arasında değerler alır. Madde güçlük indeksinin 0'a yakın değerler alması maddenin zor olduğuna, 1'e yakın değerler alması ise maddenin kolay olduğuna işaret eder. Testteki soruların güçlük indeksleri, testin hazırlanış ve kullanılış amacına göre değişecektir (Yılmaz, 1997). Madde güçlük indeksi 0,81 ve üzerinde değer alan maddeler oldukça kolay, 0,61 – 0,80 arasında değer alan maddeler kolay, 0,41–0,60 arasında değer alan maddeler orta güçlükte, 0,21 – 0,40 arasında değer alan maddeler zor ve 0,20 ve altında değer alan maddeler oldukça zor madde olarak nitelendirilebilir. Tablo 12'de yer alan güçlük düzeylerinin gruplanmasında bu değerler ölçüt olarak alınmıştır.

Bilimsel okuryazarlık testinin yapı geçerliliği incelemek için Mplus programı kullanılarak tek faktörlü doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. DFA sonucunda standart uyum iyiliği ölçütleri için elde edilen değerler Tablo 13'de görülmektedir.

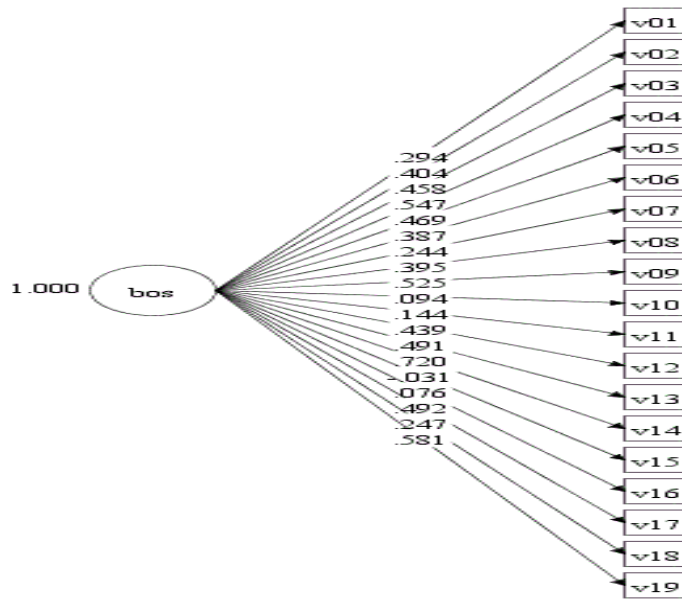
Tablo 13

Model Değerlendirilmesine Yönelik Standart Uyum İyiliği Ölçütleri ile Araştırmada Elde Edilen Değerler

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
$\chi^2/s.d.$	$0 \leq \chi^2/s.d. \leq 2$	$2 \leq \chi^2/s.d. \leq 5$	1,19
RMSEA*	$0 \leq RMSEA \leq 0,05$	$0,05 \leq RMSEA$	0,02
CFI	$0,95 \leq CFI$	$0,90 \leq CFI \leq 0,95$	0,96
TLI	$0,95 \leq TLI$	$0,90 \leq TLI \leq 0,95$	0,95
WRMR	$WRMR \leq 0,95$	$0,95 \leq WRMR \leq 1,00$	0,90

* RMSEA değeri %90 güven aralığı 0,002 ile 0,030 değerleri arasındadır.

Yukarıdaki tabloda belirtilen değerler dikkate alındığında ölçeğin tek faktörlü yapısının örneklemde elde edilen veri ile iyi seviyede uyum gösterdiği söylenebilir. Analizlere ilişkin yol diyagramı Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8 Bilimsel okuryazarlık testi doğrulayıcı faktör analizi (Standartlaştırılmış regresyon katsayıları)

Bilimsel okuryazarlık testinin tek faktörlü yapısını koruduğu, uyum indeksleri tarafından doğrulanmış olsa da bu tek başına yeterli bir parametre değildir. Bunun dışında testte yer alan her bir sorunun, yapının geçerli bir göstergesi olduğunun gösterilmesi gerekir. Bunun için ise her bir soru için yapılan t istatistiği sonuçlarının istatistiksel olarak anlamlı çıkması beklenmektedir (Schumacker & Lomax, 2010). Bu amaçla yapılan analiz sonuçları Tablo 14’de görülmektedir.

Tablo 14

Model Parametrelerinin Standartlaştırılmamış ve Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları

Parametre	Standartlaştırılmamış Regresyon Katsayısı	SE	Standartlaştırılmış Regresyon Katsayısı
BO → V01	1,00*	0,00	0,29
BO → V02	1,37*	0,44	0,40
BO → V03	1,55*	0,46	0,45
BO → V04	1,86*	0,52	0,54
BO → V05	1,59*	0,46	0,46
BO → V06	1,31*	0,43	0,38
BO → V07	0,83*	0,31	0,24
BO → V08	1,34*	0,42	0,39
BO → V09	1,78*	0,49	0,52
BO → V10	0,32	0,33	0,09
BO → V11	0,48	0,29	0,14
BO → V12	1,49*	0,45	0,43
BO → V13	1,67*	0,49	0,49
BO → V14	2,44*	0,67	0,72
BO → V15	-0,10	0,36	-0,03
BO → V16	0,25	0,25	0,07
BO → V17	1,67*	0,47	0,49
BO → V18	0,83*	0,32	0,24
BO → V19	1,97*	0,58	0,58

*p<,05

Bu araştırmada test maddelerinin düzeltilmesi ve silinmesi işlemleri için madde ayırt edicilik indeksi ve DFA sonuçları ölçüt olarak alınmıştır. Bu bağlamda Crocker ve Algina’nın belirttiği üzere (2006) madde ayırt edicilik indeksi 0,19’dan küçük olan ve yapılan DFA

sonucunda, tek faktörlü yapının geçerli göstergesi olmadığı görülen 10, 11, 15 ve 16. sorular araştırmacı ve fen eğitimi alanında uzman bir öğretim üyesi tarafından detaylı olarak incelenmiştir. Bu aşamada hem soru kökleri hem çeldiricilere ilişkin madde analizleri de incelenmiş bütüncül bir yaklaşım esas alınmıştır. Bu incelemeler sonucunda soru köklerinde ve çeldiricilerde gerekli görülen düzeltmeler yapılmıştır.

Yapılan düzeltmelerden sonra test, Keçiören’de 40, Etimesgut’ta 85 öğrenciye yeniden uygulanmış ve problemli olan 4 soruya ilişkin madde analizleri yapılmıştır. Bu analizler Tablo 15’de gösterilmiştir.

Tablo 15

Testteki Dört Soruya İlişkin Ayırt Edicilik ve Madde Güçlük İndeksleri

Madde	Madde Güçlük İndeksi(pj)	Madde Ayırt Edicilik İndeksi(rjx)
10	0,16	0,35
11	0,22	0,42
15	0,42	0,41
16	0,65	0,09

Tablo 15’de da görüleceği gibi üç sorunun 0,30’un üzerindedir ancak 16. sorunun ayırt edicilik indeksinin istenilen düzeyde olmadığı görülmektedir.

3.4.3.2.Sonuç

BO testinin yapı geçerliliği için DFA yapılmış, madde analizleri yapılmış, iç tutarlılığı belirlemek için Cronbach α güvenirlik katsayısı hesaplanmıştır. Testin Cronbach α güvenirlik katsayısı 0.65’tir. Alfa katsayısının aldığı değer dikkate alınarak testin, 7.sınıf öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerini belirlemede güvenilir bir araç olduğu söylenebilmektedir (Alpar, 2013). Ayrıca BO testi, ülkemizdeki eğitim sistemindeki öğrencilerin alışık olduğu ve yaygın olarak karşılaştığı soru çeşitlerinden soru kökü açısından oldukça farklıdır. Testin bu özelliğinden dolayı Cronbach α güvenirlik katsayısının düşük bir değer aldığı düşünülmektedir.

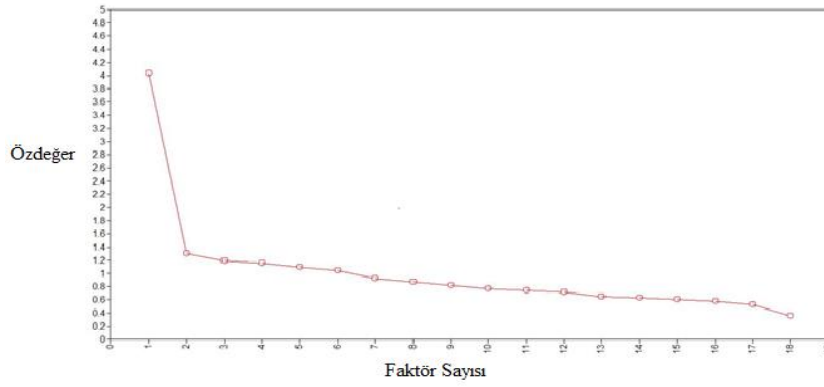
Yapı geçerliliğini test etmek için yapılan DFA ve madde analizleri sonucunda 16. sorunun, araştırmanın yapıldığı evren için, bilimsel okuryazarlığın geçerli bir göstergesi olmadığı görülmüştür. Alan uzmanları ile yapılan görüşmelerden sonra, bilimde matematik kullanımı

teması altında yer alan bu grafik sorusunun kültürel farklılıklardan dolayı istenen düzeyde geçerli olamadığı ve bu sorunun çıkarılmasının kapsam geçerliliğini azaltmayacağı kanaatine varılmıştır. Geçerlik ve güvenirlik çalışmalarından elde edilen sonuçlara dayanarak ölçeğin Türkçeye uyarlanan 18 sorudan oluşan formunun, yedinci sınıf öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerinin belirlenmesinde geçerli ve güvenilir bir araç olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

Bilimsel okuryazarlık testinin 18 sorudan oluşan yeni hali asıl uygulama kapsamında 823 kişiden oluşan benzer bir örneklemede uygulanmıştır. Bu uygulama sonucunda ölçeğin yeni halinin tek faktörlü yapısını göstermek için öncelikle açımlayıcı faktör analizi yapılmıştır. Ölçeğin yapı geçerliliğini göstermek için ise doğrulayıcı faktör analiz yapılmıştır. BO-S testi açımlayıcı faktör analizi sonuçları aşağıda yer almaktadır. Doğrulayıcı faktör analizi sonuçları ise bulgular bölümünde verilecektir.

3.4.3.3. BO Testi Açımlayıcı Faktör Analizi

On sekiz sorudan oluşan BO testinin tek faktörlü yapıdan oluşup oluşmadığını göstermek için Mplus 7.0 programı kullanılarak açımlayıcı faktör analizi yapılmıştır. Açımlayıcı faktör analizinde, faktör sayısına karar vermenin yollarında birisi her bir faktöre ait öz değere bakmaktır. Öz değeri 1'den büyük olan faktörler toplam faktör sayısına dâhil edilir. Fakat bu kural, faktör sayısını belirlerken hassas olmayan kararlar vermeye sebep olabilmektedir. O yüzden faktör sayısına karar vermek için sıklıkla yamaç-birikinti grafiği incelenmektedir. Bu grafik baskın faktörleri ortaya koyarak faktör azaltmaya yardımcı bir grafiktir. Grafik Y ekseninde öz değer miktarını, X eksenine ise faktör sayısını göstermektedir. Yapılan analiz sonucunda, bu grafikte Y ekseninde yer alan bileşenler, X eksenine doğru bir iniş yaparlar. Bu iniş belirli bir noktada keskin bir plato yapmaktadır. Bu nokta kesme noktası olarak düşünülebilir. Faktör sayısına karar vermede bu nokta önemlidir ve bu noktaya kadar olan noktaların sayısı, faktör sayısı hakkında araştırmacıya bilgi verir (Goosuch, 1974, akt. Çokluk, Şekercioğlu, & Büyüköztürk, 2012). Bu araştırmada yapılan analiz sonucunda elde edilen yamaç-birikinti grafiği aşağıda görülmektedir.



Şekil 9 BO-S testine ilişkin yamaç-birikinti grafiği

Yukarıda yapılan açıklamalar doğrultusunda, testin tek faktörlü bir yapıda olduğu görülmektedir. Bu grafik testin tek faktörlü yapıda olduğunu göstermektedir ancak bu duruma ilişkin daha fazla kanıt elde etmek için, BO testinin faktör yapısına ilişkin uyum indeksleri ve faktör yükleri hesaplanmıştır. Bu analizler Mplus 7.0 paket programı ile yapılmıştır. Analizlerde parametre tahmin yöntemi olarak ağırlıklandırılmış en küçük kareler (Weighted Least Squares, WLS) kullanılmıştır. Yapılan analizde BO testinde yer alan 4 temadan yola çıkarak, tek faktörden 4 faktöre kadar olan uyum indeksleri ve faktör yükleri hesaplanmıştır. Eğer teste birden fazla faktör var ise bunların birbiri ile ilişkili olacağı düşünülerek eğik döndürme (oblique rotation) türü olan geomin eğik döndürme yöntemi kullanılmıştır. Yapılan analizlerin sonuçları Tablo 16 ve Tablo 17’de görülmektedir.

Tablo 16

BO Testi Açıklayıcı Faktör Analizi Uyum İndeksleri

Ölçüm	χ^2	df	CFI	TLI	RMSEA	SRMR
1 Faktör	176,22*	135	0,97	0,97	,02	,05
2 Faktör	138,62*	118	0,98	0,98	,02	,05
3 Faktör	108,19*	102	0,99	0,99	,01	,04
4 Faktör	86,93*	87	1,00	1,00	0,00	,04

Tablo 17

BO Testi Faktör Yükleri

	Tek Faktör	2 Faktör		3 Faktör			4 Faktör			
S01	0,54*	0,55*	0,24	0,60*	0,19	0,32	0,58*	0,46	0,10	-0,13
S02	0,30*	0,23	0,56*	0,32*	-,40*	0,34	0,24	0,37	0,38*	0,05
S03	0,44*	0,50*	-0,04*	0,47*	0,40*	0,24	0,48*	0,32	0,34*	-0,05
S04	0,46*	0,46*	0,23	0,47*	0,12	0,31	0,44	0,41	0,07	-0,10
S05	0,54*	0,55*	0,22	0,59*	0,19	0,31	0,61*	0,43	0,10	-0,05
S06	0,40*	0,39*	0,24	0,39*	0,05	0,34	0,43*	0,32	0,06	0,42*
S07	0,10	0,08	0,17	0,05	-0,10	0,20*	0,01	0,13	-0,03	0,28*
S08	0,37*	0,34*	0,36*	0,36	-0,07	0,34	0,28	0,40*	-0,06	-0,03
S09	0,59*	0,63*	0,14	0,53	0,46*	0,58*	0,40	0,60	0,58*	0,04
S10	0,36*	0,40*	0,01	0,36	0,30*	0,24	0,32	0,31	0,28*	-0,09
S11	0,18*	0,17	0,15	0,21*	-0,04	0,11	0,23*	0,14	-0,09	0,09
S12	0,35*	0,34*	0,25	0,34*	0,02	0,29	0,27	0,37*	0,02	-0,14
S13	0,47*	0,46*	0,30	0,47*	0,04	0,37	0,42	0,45	0,01	-0,06
S14	0,58*	0,57*	0,31	0,54*	0,12	0,49	0,44	0,58*	0,15	-0,12
S15	0,39*	0,37*	0,30	0,32	-0,01	0,45*	0,22	0,41*	0,10	0,26*
S16	0,53*	0,50*	0,41*	0,45	-0,02	0,61*	0,31	0,58*	0,11	0,18
S17	0,26*	0,24*	0,22	0,20	-0,03	0,33*	0,11	0,30*	0,07	0,11
S18	0,47*	0,45*	0,34	0,43	0,01	0,44	0,32	0,50*	0,05	-0,07

p ≤ 0,05

Tablo 17 incelendiğinde BO testi için gerek tek faktör gerekse 2,3 veya 4 faktör olsun bütün yapıların iyi düzeyde uyum indeksine sahip olduğu görülmektedir (Hu & Bentler, 1999; Wheaton vd, 1977; Kline, 2005). Dolayısıyla bu sonuçlara bakılarak faktör sayısının kaç olması gerektiğine karar verememekteyiz. Buna ek olarak Tablo 17'deki faktör yükleri incelendiğinde, BO-S testi birden fazla faktöre sahip olduğu durumda binişik maddelerin olduğunu görmekteyiz. Bir maddenin binişik olma durumu birden fazla faktöre yüklenen faktör yükleri arasındaki farkı 0,10'dan az olduğunda söz konusu olmaktadır. Bu istenilen bir durum değildir (Çokluk vd., 2012). Sonuç olarak yamaç-birikinti grafiği ve faktör yüklerine ilişkin analiz sonuçlarından yola çıkarak 18 sorudan oluşan BO testinin (Ek 4) tek faktörlü yapıda olduğu görülmektedir.

3.5. Veri Toplama Süreci

Bu çalışmada ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlık düzeyleri ile mantıksal düşünme yetenekleri, mental kapasiteleri, zihinsel döndürme yetenekleri, bilişsel stilleri arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. İlk olarak yukarıda belirtilen konulara ilişkin alanyazın taraması yapısal model ve hipotezler oluşturulmuştur. Modelde önerilen değişkenler için, çalışmanın amacına ve çalışmanın örneklemine en uygun olduğu düşünülen ölçme araçları belirlenmiştir. Ölçme araçları belirlendikten sonra, bilimsel okuryazarlık testi (BO) için Bölüm 3.4’de detaylı bir şekilde açıklanan adaptasyon çalışması yapılmıştır.

Bu çalışmaya ilişkin veri toplama süreci 2015-2016 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde araştırmacı tarafından yapılmıştır. Uygulama öncesi Ankara İl Milli Eğitim Müdürlüğü’nden gerekli izinler alınmıştır (Ek 1). 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 uygulamanın yapılmasıdır. Bu düzenleme öğrencilerde oluşabilecek test yorgunluğunun önüne geçmek için yapılmıştır. İkinci husus ise her bir okuldaki uygulamanın 2 hafta içinde olacak şekilde düzenlenmesidir. Bu düzenlemenin amacı ise uygulama boyunca oluşabilecek mevsimsel değişikliklerden kaynaklanabilecek performans farklılıklarını en aza indirmektir. Üçüncü husus öğrencilerin sınav zamanlarına ilişkin olarak planlamanın yapılmasıdır. Uygulamalar öğrencilerin sınav haftalarının dışındaki haftalarda yapılacak şekilde planlanmıştır. 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 ile öğrencilerin derslere yönelik motivasyonlarında gözlenen azalmanın, test performansına yansımaları engellemek için yapılmıştır. Planlamalarda dikkat edilen son husus ise pek çok öğrencinin çok sevdiği Beden Eğitimi derslerinde uygulamanın yapılmamasıdır. Bu düzenlemenin sebebi ise öğrencilerin çok sevdiği bu dersin alınmasından kaynaklanabilecek olumsuz tutumun, öğrenci test performansını etkilemesini önlemeye çalışmaktır. Belirtilen bu 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 hiç bir 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 araştırmacı tarafından yapılmış, puanların bilgisayar ortamına girişi yapılmıştır.

3.6.Verilerin Analizi

Verilerin analizi dört ana bölümden oluşmaktadır. Bunlar ön veri analizi, betimsel analiz, testlerin yapı geçerliliğini incelemek için yapılan doğrulayıcı faktör analizi ve yapısal eşitlik modellemesi teknikleri kullanılarak modelin test edilmesidir.

Bu çalışmada veri analizi sürecinde çalışmanın değişkenleri için uygun kodlamalar yapılmıştır. Bu aşamada erkekler 0, kızlar 1; 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 bir test için veri setlerinde ortalama, mod, minimum, maksimum değerlerini ve standart sapmaları belirlemek ve her bir maddeye verilen cevapların frekans ve yüzdelerini görmek için SPSS 23 paket programı kullanılarak betimleyici analizler yapılmıştır. SPSS 23 paket programı her bir test için veri setlerinde hatalı veri girişi olup olmadığını ve aykırı değer olup olmadığını kontrol etmek ve aynı zamanda değişkenlerin normal dağılıp dağılmadığını incelemek için ön veri analizini yapmak ve tetlerin Cronbach α güvenirlik katsayısını bulmak için de kullanılmıştır. Çalışmadaki testlerinin yapı geçerlilikleri ve yapısal modelin test edilmesi Mplus 7.0 programı kullanılarak test edilmiştir.

3.6.1.Ön Veri Analizi

Veri setinin yapılan istatistiksel analizler için uygun olup olmadığını tespit etmek için ön veri analizi yapılır. Bu bağlamda eksik veri analizi, kayıp veri analizi ve YEM'in varsayımlarının kontrolü SPSS 23 programı ile yapılmıştır.

3.6.2.Betimsel Analiz

Ön veri analizinden sonra SPSS 23 programı kullanarak betimsel istatistik yapılmıştır. Bütün değişkenlerle ilgili örneklem ortalaması, standart sapmaları ve minimum ve maksimum değerlerin hesaplanması şeklinde olan bu analiz, katılımcı profili hakkında bilgi edinmemize yardımcı olmaktadır.

3.6.3.Yapısal Eşitlik Modellemesi (YEM)

Yapısal Eşitlik Modellemesi belirli bir teoriye dayalı olarak gözlenebilen ve gözlenemeyen değişkenlerin nedensel ve ilişkisel bir model içerisinde tanımlanmasına dayanan çok değişkenli istatistiksel bir yöntemdir (Byrne, 2010). Başka bir ifade ile sürekli ya da süreksiz bir ya da daha fazla bağımsız değişken ile sürekli ya da süreksiz bir ya da daha fazla bağımlı değişken arasındaki ilişki örüntülerini test eden istatistiksel teknikler topluluğudur. Bağımlı ve bağımsız değişkenler faktör (gözlenemeyen değişken) ya da gösterge (gözlenen değişken) olabilir (Ullman, 2015, s. 681). Günümüzde hem gözlenen hem de gözlenemeyen değişkenlerin aynı anda test edilebildiği, doğrudan ve dolaylı çoklu ilişkilerin ya da ardışık dolaylı ilişkilerin ölçülebildiği en kabul görmüş yöntemlerden birisi YEM'dir (Meydan & Şeşen, 2011, s. 6). İstatistiksel olarak bakıldığında YEM iki farklı varyans/kovaryans matrisinin karşılaştırılıp, değerlendirilmesi işlemi olarak belirtilmektedir. Bu işlemde ilk olarak örneklemde elde edilen verinin varyans/kovaryans matrisi hesaplanmakta, daha sonra evrene ait tahmin edilen varyans/kovaryans matrisi oluşturulmaktadır. Evrene ait tahmin edilen varyans/kovaryans matrisi, örnekleme ait olan varyans/kovaryans matrisine çok yakın olduğunda, önerilen modelin veri ile iyi derecede uyum gösterdiği kabul edilmektedir (Wuensch, 2014).

Araştırmalarda YEM başlığı altında yer alan farklı istatistiksel teknikler kullanılmaktadır. Raykov ve Marcoulides (2006) alanyazında yaygın bir şekilde kullanılan YEM başlığı altında yer alan dört modeli listelemiştir. Bunlar:

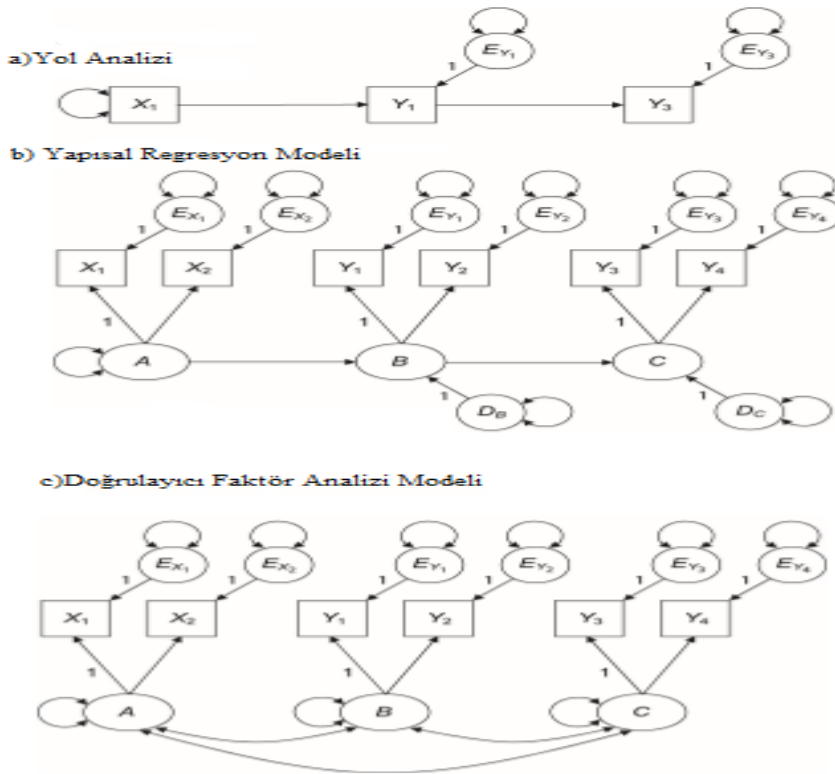
1. Path Analizi (Yol Analizi) Modelleri
2. Doğrulayıcı Faktör Analizi Modelleri
3. Yapısal Regresyon Modelleri

3.1.Tamamen Gizil Yapısal Regresyon Modeli

3.2.Kısmen Gizil Yapısal Regresyon Modeli

4. Gizil Değişim Modelleri

Yol analizi modelleri sadece gözlenen değişkenler kullanılarak tasarlanan modellerdir. Doğrulayıcı faktör analizi modelleri, gözlenen bazı değişkenlerin bir gizil değişkeni açıklayıp açıklamadığı ya da gizil değişkenler arasında bir ilişkinin olup olmadığını test etmek için kullanılmaktadır. Bu modellerin temel özelliği gizil değişkenler arasında nedensel bir ilişki değil korelasyonel bir ilişkinin olmasıdır (Raykov & Marcoulides, 2006; Meydan & Şeşen, 2011). Yapısal regresyon modelleri, melez (hybrid) ya da lisrel modeli olarak da isimlendirilmektedir. Bu modelde hem ölçüm modeli hem de yapısal modelle ilişkin ilişkileri içeren hipotezler aynı anda test edebilmektedir (Kline, 2005). Bu modelin doğrulayıcı faktör analizi modellerinden farkı, gizil değişkenler arasında nedensel regresyon etkilerinin olmasıdır. Bu durumu 10'da görülmektedir (Kline, 2005, s. 210). Gizil değişim modelleri gizil değişkende zaman içinde olabilecek değişimi ortaya koyan modeller olarak belirtilmektedir (Raykov & Marcoulides, 2006; Meydan & Şeşen, 2011).

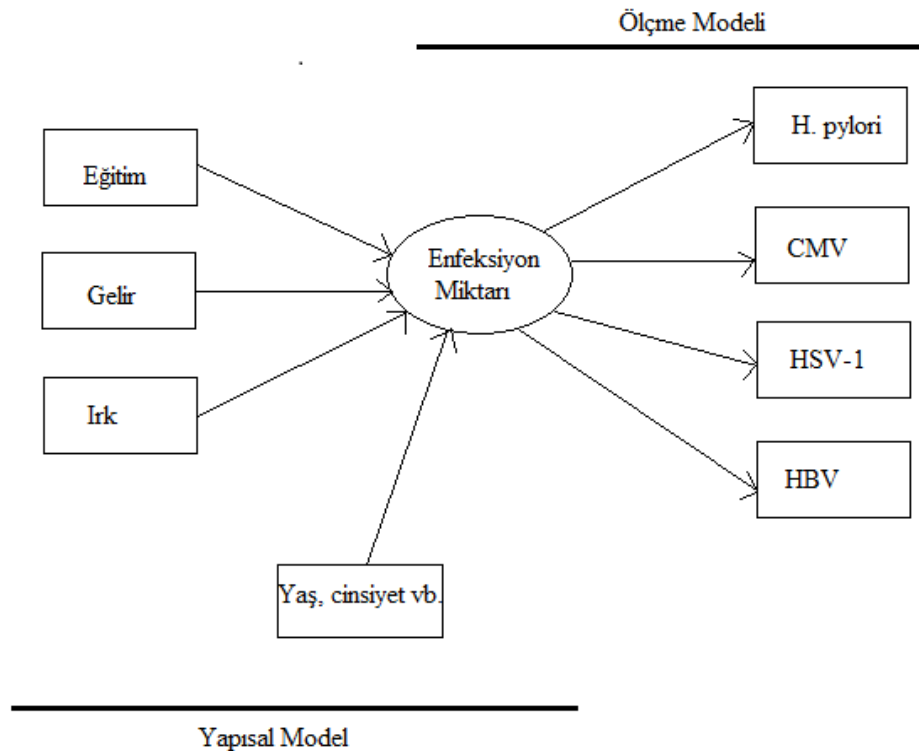


Şekil 10. Yol analizi, yapısal regresyon modeli ve doğrulayıcı faktör analizi modeli ile ilgili bir örnek

Yapısal regresyon modelleri kendi içinde 2 alt türe ayrılmaktadır. Bunlardan ilki, yapısal modeldeki her bir değişkenin gizil olduğu, tamamen gizil modellerdir. İkincisi ise yapısal

modelde hem gizil hem de gözlenen değişkenlerin yer aldığı kısmen gizil modellerdir (Kline, 2015, s.213). Alinyazında kısmen gizil modeller, çoklu göstergeler ve çoklu nedenler (Multiple Indicators and Multiple Causes MIMIC) model yaklaşımı (ÇGÇN) olarak ifade edilmektedir (Bollen, 1989; Schumacker & Lomax, 2004; Jöreskog & Sörbom, 1993; Jöreskog & Goldberger, 1975). ÇGÇN modeli birçok neden ve gösterge değişkeni içeren gizil değişkenlerin istatistiksel teorisine dayanmaktadır. Yapısal eşitlik modelinin bir alt unsuru olan çoklu göstergeler ve çoklu nedenler modeli, YEM analizlerinde olduğu gibi ölçme modeli ve yapısal modelden oluşmaktadır. Ölçme modeli gizil değişkenlerin, gösterge değişkenlerini ne ölçüde tanımladığını gösterir. Yapısal model ise gizil değişkenler ile gizil/gözlenen neden değişkenleri arasındaki ilişkiyi belirler (Jöreskog & Sörbom, 2001). YEM analizlerinde olduğu gibi, ÇGÇN modeline ilişkin analizlere öncelikle ölçme modeli ile başlanması gerekmektedir.

Aşağıda ÇGÇN modelinin kullanıldığı bir örnek model gösterilmektedir (Zajacova, Dowd & Aiello, 2009).



Şekil 11 Örnek bir ÇGÇN model

Bu araştırmada yer alan yapısal modelin içinde hem gizil hem de gözlenen değişkenler kullanıldığı için yapılan analizleri ÇGÇN model çerçevesinde yapılmasının uygun olduğu

düşünülmektedir. Bollen (1989) ÇGÇN modellerinin tanımlanabilmesi için bir kural önermektedir. Belirtilen kurala göre p tane gösterge değişken, q tane sebep değişkenin olduğu ÇGÇN modelinin tanımlanabilmesi için, $p \geq 2$, $q \geq 1$ olması modelin tanımlanabilmesi için yeterli bir koşul olduğu ifade edilmektedir. Bu kural dikkate alındığında bu çalışmada önerilen model, ÇGÇN model yaklaşımına uygundur.

3.6.3.1.YEM’de Kullanılan Stratejiler

Jöreskog ve Sörbom (1993, s.295) yapısal eşitlik modeli oluşturulması aşamasında araştırmacıların kullanabileceği 3 farklı strateji önermektedir:

1. Doğrulayıcı Modelleme Stratejisi: Bu stratejinin amacı daha önceden belirlenmiş olan modelin veri tarafından doğrulanıp doğrulanmadığının test edilmesidir. Bu stratejiyi kullanan araştırmacı tek bir modeli test edebilmekte, sonucunda ise model kabul ya da reddedilmektedir.
2. Alternatif Modeller Stratejisi: Bu stratejinin amacı alternatif modeller arasında en çok hangisinin veri tarafından desteklendiğini belirlemektir. Burada modeller sırasıyla test edilir ve birden fazla model içerisinde model uyumu en iyi olan model seçilir.
3. Model Geliştirme Stratejisi: Bu stratejinin amacı değişkenler arasındaki ilişkiyi en iyi açıkladığı varsayılan bir modelin test edilmesi ve analiz sonuçlarına göre model iyileştirmesine yönelik iyileştirilmeler yapılmasıdır. Bu stratejiyi benimseyen araştırmacı, model uyumunu artırıcı uyum önerilerinden yararlanarak model uyumunu en üst düzeye çıkaracak biçimde modeli oluşturmaktır.

Bu çalışmada model geliştirme stratejisi benimsenmiş ve öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeyine katkı sağlayan değişkenleri açıklayan en iyi model ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

3.6.3.2.Yapısal Eşitlik Modellemesi ile İlgili Temel Kavramlar

Bu bölümde YEM analizleri ile ilgili bazı temel kavramlar kısaca açıklanmıştır.

Path (Yol) Diyagramları: Yol diyagramlar modelin kolaylıkla anlaşılabilmesini sağlayan, belirlenen modele ilişkin tüm eşitliklerin görsel bir ifadesi olarak tanımlanmaktadır (Raykov & Marcoulides, 2006, s.8).

Path (Yol) Katsayısı: Yol katsayıları, yapısal eşitlik modelleme yaklaşımında istatistiksel değişkenler arasındaki muhtemel nedensel bağlantının incelenmesinde kullanılabilecek doğrusal regresyon ağırlıklarının standartlaştırılmış versiyonları olarak tanımlanmaktadır. (Everitt & Skrondal, 2002).

Gözlemlenen ya da Ölçülebilen Değişken: Modelde yer alan doğrudan gözlemlenen ya da ölçülebilen değişkenler olarak ifade edilmektedirler (Schumacker & Lomax, 2004).

Gizil Değişken: Modelde yer alan doğrudan gözlenemez ya da ölçülemez değişkenler olarak ifade edilmektedirler. Bu değişkenler gözlenen değişkenler vasıtasıyla tespit edilebilmektedirler (Schumacker & Lomax, 2004).

İçsel Gizil Değişken: Bir yapısal eşitlik modeli içinde yer alan ve modelin içindeki diğer gizil değişkenlerden etkilenen değişkenler olarak tanımlanmaktadırlar. Model içinde bu değişkenlerin, kendilerini gösteren tek yönlü oklara sahip oldukları belirtilmektedir (Timm, 2002).

Dışsal Gizil Değişken: Bir yapısal eşitlik modeli içinde yer alan ve diğer değişkenleri etkilediği varsayılan değişkenler olarak tanımlanmaktadırlar. Model içinde bu değişkenlerin analiz edilmemiş ilişkileri göstermek için iki yönlü oklarla bağlandıkları belirtilmektedir (Çelik & Yılmaz, 2013, s. 10).

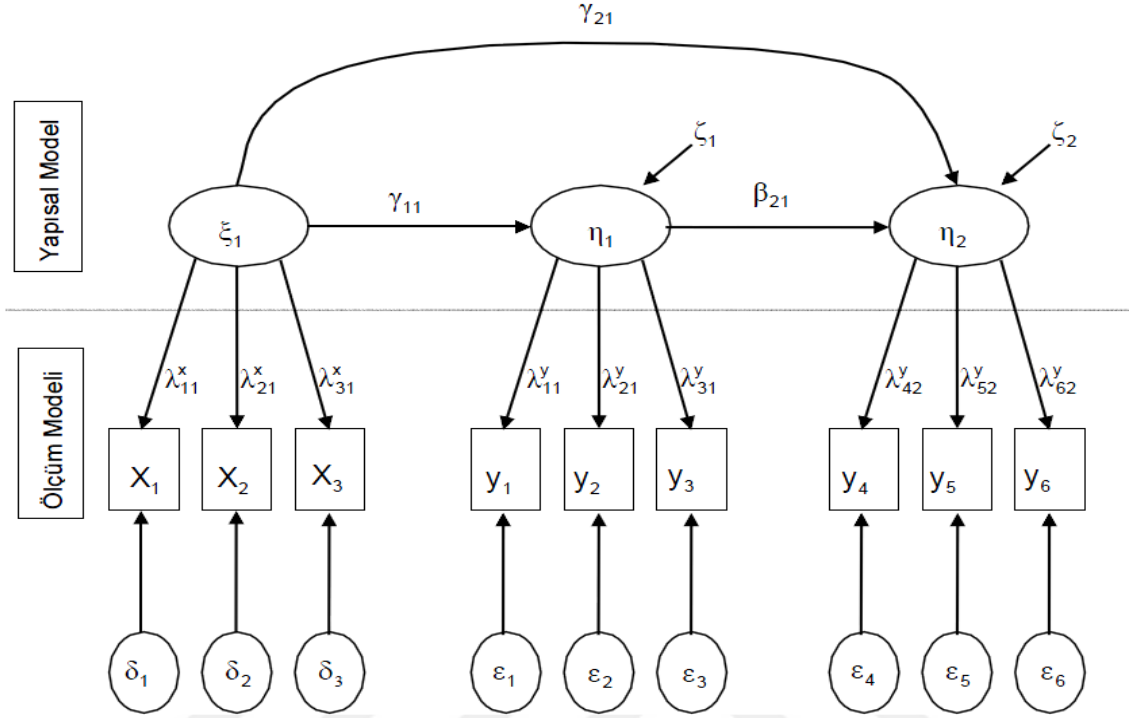
Doğrudan etki/ Dolaylı etki/ Toplam etki: Doğrudan etki, iki gizil değişken arasına çizilecek tek yönlü ok ile gösterilmektedir (Schumacker & Lomax, 2004). Bir değişkenin dolaylı etkisinin en az bir aracı değişken tarafından açıklandığı belirtilmektedir. Doğrudan ve dolaylı etkilerin kombinasyonları, bağımlı değişken üzerindeki toplam etkiyi göstermektedir (Raykov & Marcoulides, 2006, s.7)

Aracı Değişken (Mediator): Bir yapısal eşitlik modelinin bir yerinde içsel bir değişken olan bir yapı, modelin başka bir yerinde dışsal bir değişken olarak yer alabilmektedir. Bu durumda bu yapı, aracı değişken olarak adlandırılmaktadır (Şimşek, 2007, s.22).

Yapısal Model (Gizil Değişken Modeli): Gizil değişkenler arasındaki ilişkileri özetleyen yapısal eşitlikleri kapsayan model olarak ifade edilmektedir (Bollen, 1989).

Ölçüm Modeli: Gözlenen değişkenlerle bağlı oldukları gizil değişkenler arasındaki bağlantıyı gösteren yapısal eşitlikleri kapsamaktadır. İyi bir YEM analizinin ölçüm

modeliyle başlaması gerektiği belirtilmektedir (Anderson & Gerbing, 1988). Aşağıda yapısal ve ölçüm modelinin temsili gösterimi görülmektedir (Çokluk vd, 2010,s.263).



Şekil 12 YEM'in şematik gösterimi

YEM ilişkin yapılan çalışmaların model test etme aşamasında öncelikle ölçüm modelinin sonra yapısal modelin test edildiği iki aşamalı yaklaşım tercih edilmektedir. İki aşamalı yaklaşımın temel gerekçesi, ölçüm ve yapısal modelin ayrı doğada oldukları ve bu nedenle de birbirinden ayrı şekilde analiz edilmeleri gerektiği olarak belirtilmektedir. (Şimşek, 2007, s.61). İki aşamalı yaklaşım, ölçüm ve yapısal modelin aynı anda test edildiği tek aşamalı yaklaşıma göre daha avantajlı bir yöntem olarak değerlendirilmektedir (Kline, 2005, s.144) ve son yıllarda yaygın kullanılmaktadır. Bu çalışmada da model test etme aşamasında öncelikle ölçüm modelinin sonra yapısal modelin test edildiği iki aşamalı yaklaşım tercih edilmiştir.

Parametre: Modele ilişkin parametreler değişkenler arasındaki yollara ilişkin regresyon katsayıları olabileceği gibi bağımsız değişkenler arasındaki varyans/kovaryans değerleri de olabilmektedir. Yol diyagramında serbest parametreler “*” işareti ile temsil edilmektedir. (Wuensch, 2014).

Ölçme Hatası: Gözlenen değişkenlerdeki açıklanamayan varyansı belirtmektedir (Schumacker & Lomax, 2004).

3.6.3.4.YEM’de İzlenecek Adımlar

Bir dizi değişken arasındaki korelasyon/kovaryans modellerini oluşturmaya çalışan YEM analizlerinde izlenmesi gereken bazı adımlar vardır. Bunlar: Model betimleme (spesification), parametreleri tanımlama (identification), parametreleri hesaplama, modelin eldeki veriye uyumunu sınıma ve modelde değişikliklere gitme şeklindedir (Kline, 2005; Schumacker & Lomax, 2010). Bu çalışmada da bu adımlar sırasıyla takip edilerek gerekli analizler yapılmıştır.

3.6.3.4.1.Model Betimleme (spesification)

YEM analizleri model betimleme aşaması ile başlamaktadır. Bu aşamada oluşturulan teorik modelin ilgili teorilere ve araştırmalara dayandırılması gerektiği belirtilmektedir. Bu aşamada, teorik modelde yer alan her ilişki ve parametreye ilişkin bir tanımlama yapılmasını içermektedir (Schumacker & Lomax, 2010). Model betimleme aşamasında parametrelere ilişkin tanımlama yapılmasının çok önemli olduğu belirtilmektedir. Çünkü yapılan analizlerde örnekleme ilişkin korelasyon/kovaryans matrisi ile teorik modelin ön gördüğü korelasyon/kovaryans matrislerinin karşılaştırılması esnasında bu parametreler kullanılmaktadır (Khine, 2013, s.9).

Modelde olması gereken ilişkilerin tanımlanmaması ya da olmayan ilişkilerin modele dâhil edilmesi yanlış betimleme (misspesification) probleminin oluşmasına sebep olacağı için, bu aşama YEM analizlerinin en zor aşaması olduğu belirtilmektedir (Cooley, 1978).

Bu aşamada, araştırmacı ilgili alanyazını tarayarak değişkenler arasındaki olası ilişkileri belirlemiş ve bu bilgiler ışığında teorik modeli oluşturmuştur.

3.6.3.4.2.Parametreleri Tanımlama (identification)

Parametre tahminlerinin başarılı bir şekilde yapılması için parametre tanımlama kriterlerinin sağlanmış olması gerekmektedir (Kline, 2005).

Geleneksel olarak model tanımlanmasına ilişkin üç seviye vardır. Bu üç seviye aşağıda açıklanmıştır:

1. Eksik gözlemlili (Underidentified) modeller: Varyans kovaryans matrisindeki toplam kovaryansların sayısı kestirilecek parametre sayısından daha az olan modellerdir.

2. Tam gözlemlili (Just identified) modeller: Varyans kovaryans matrisindeki toplam kovaryansların sayısı kestirilecek parametre sayısına eşit olan modellerdir.
3. Aşırı gözlemlili (Overidentified) modeller: Varyans kovaryans matrisindeki toplam kovaryansların sayısı kestirilecek parametre sayısından daha fazla olan modellerdir. Model tek bir çözüm üretmeyecektir.

Bir modelin tanımlanabilir olması için ya tam gözlemlili ya da aşırı gözlemlili bir model olması gerektiği belirtilmektedir. Bu şarta göre modelin serbestlik derecesi sıfır ve üzerinde bir değer alması gerekmektedir (Schumacker & Lomax, 2010). Serbestlik derecesi ise aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilmektedir.

Serbestlik derecesi (df) = $p(p + 1)/2$ (Gözlem sayısı) – (Serbest parametre sayısı)
(Eşitlik1)

Modeldeki gözlem sayısı ise modelde yer alan tüm varyans ve kovaryans değerleridir ve p $(p+ 1)/2$ formülü kullanılarak hesaplanabilmektedir. Bu eşitlikte yer alan “p” değeri, modelde yer alan gözlenen değişken sayısını ifade etmektedir (Schumacker & Lomax, 2010). Bu çalışmada modeldeki gözlenen değişken sayısı 22’dir. Dolayısıyla modelin kestireceği parametre sayısı başka bir ifade ile gözlem sayısı 253 $[(22*23)/2]$ ’dir. Bu modeldeki serbest parametre sayısı 55’dir (17 faktör yükü, 1 faktör varyansı, 10 doğrudan etki, 1 kovaryans, 21 varyans, 1 dışsal bağımsız değişkenin varyansı, 4 hata varyansı). Dolayısı ile bu çalışmadaki modelin serbestlik derecesi 198 $(253-55=198)$ olup sıfırdan büyüktür $(df>0)$. Bu değer modelimizin tanımlanabilir olduğunu göstermektedir.

Schumacker ve Lomax (2010), model tanımlaması için yukarıda belirtilen açıklamalara ek olarak gizil değişkene ilişkin oluşabilecek olası problemleri engellemek için yapılması gereken üç işlem bulunduğunu belirtmektedir. Bunlardan ilki gizil değişkenin ölçeklendirilmesine ilişkindir. Bu öneride her bir gizil değişkende yer alacak gözlenen değişkenlerin tespit edilmesi ve ardından her bir gizil değişken için gözlenen değişkenlerden birinin faktör yükünün “1”e sabitlenmesi ya da gizil değişkenin varyansının “1”e sabitlenmesi gerektiği belirtilmektedir. İkincisi, nonrecursive yapısal modeller kullanıldığı zaman kullanılabilmektedir. Bu araştırmada modelde yer alan yapısal eşitlikler tek yönlü yani recursive olduğu için bu işlem açıklanmamıştır. Sonuncu ise analizlere hangi modelin öncelikle test edileceği ile ilgili bilgi vermektedir. Buna göre parametre sayısı en az olan en basit model ile analizlere başlanması gerekmektedir. Başlangıçta analiz edilen modelin sadece çok önemli olduğu düşünülen değişkenleri içermesi gerekmektedir. Bu model

doğrulandığı takdirde diğer değişkenlerde eklenerek analizlere devam edilmesi gerekmektedir. Bu araştırmada modelde yer alan yapısal eşitlikler tek yönlü olduğu için birinci ve üçüncü işlemde belirtilen uygulamalar dikkate alınarak, tanımlama problemlerinin önüne geçilmeye çalışılmıştır.

Model betimleme ve tanımlama süreci, genellikle veri toplama sürecinden önce yapılmaktadır. Parametre tahmini aşamasına geçmeden önce yapılan analizler için gerekli olan örneklem büyüklüğünden bahsetmek gerekmektedir.

YEM analizlerinde örneklem büyüklüğü önemli bir husus olmasına rağmen araştırmacılar arasında örneklem büyüklüğünün ne kadar olması gerektiği konusunda fikir birliği yoktur (Raykov & Widaman, 1995; Kline, 2005).

Raykov ve Widaman (1995) minimum örneklem büyüklüğünün kovaryans matrisindeki gözlem sayısından daha fazla olması gerektiğini belirtmektedir. Başka bir ifade ile serbest parametre sayısının 10 katı kadar örneklemin kullanılmasını önermektedir. Ek olarak modelin karmaşıklığı arttıkça ve normal olmayan dağılımlarda bu değerin daha da artırılması gerektiğini belirtmektedir. Kline (2005) serbest parametre sayısının 10 ile 20 katı arasındaki örneklem büyüklüğünün yeterli olacağını belirtmektedir. Bu araştırmada serbest parametre sayısı yukarıda belirtildiği üzere 55'dur. Araştırmanın örnekleminin 823 kişi olduğu düşünüldüğünde yeterli örneklem büyüklüğüne (550-1100) ulaşıldığı görülmektedir.

3.6.3.4.3. Parametre Tahmin Yöntemleri

Aşırı gözlemlili (Overidentified) bir model oluşturulduğunda modele ilişkin sonsuz sayıda potansiyel çözüm bulunmaktadır. Bu kadar çok sayıda denklemin elle çözülmesi de olanaksızdır. YEM çalışmalarının popülerliğinin artması, bu çeşit yapısal denklemleri çözmek için tasarlanmış Mplus, Lisrel, Amos gibi yazılım programlarının kullanışlılığına da atfedilebilmektedir. Mplus diğer yazılımlarda olduğu gibi çeşitli sayısal yöntemleri kullanarak, parametreleri tahmin ederek bu denklemleri çözmektedir. Parametre tahminindeki amaç, örneklemden elde edilen kovaryans matrisine (S) benzeyen, modelden üretilen bir kovaryans matrisi ($\Sigma(\theta)$) üretmek ve bunu yaparken artık matrisi ($S - \Sigma(\theta)$) mümkün olduğunca küçük tutmaktır. Eğer artık matrisi ($S - \Sigma(\theta) = 0$) sıfır olursa, ki kare değeri de sıfır olacak, veriden elde edilen model mükemmel olacaktır. Modelin tahmini, bilinmeyen parametrelerin tahmini ve tahmin edilen değerlere ilişkin hataların

tanımlanmasını içerir (Kelloway, 2014, s.15). Model tahmini için kullanılan pek çok yazılım vardır. Bunlar, LISREL (Linear Structural Relationships; Jöreskog ve Sörbom, 1996), AMOS (Analysis of Moment Structures; Arbuckle, 2003), SAS (SAS Institute, 2000), EQS (Bentler, 1995) ve Mplus (Muthén ve Muthén, 1998-2010). Bu yazılımların hepsinin kendi içinde farklı üstünlükleri vardır. Mplus programı kategorik verilerin kullanıldığı modellerin oluşturulmasında en yaygın kullanılan programlardan biri olduğundan (Khine, 2013), bu araştırmada da Mplus 7.0 programı kullanılmıştır.

Modeldeki parametreleri tahmin etmek için farklı yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemler arasında en çok kullanılanı En Çok Olabilirlik (Maximum Likelihood, ML) tahmin yöntemidir. Bunun dışında Ağırlıklandırılmamış En Küçük Kareler (Unweighted Least Squares, ULS), Ağırlıklandırılmış En Küçük Kareler (Weighted Least Squares, WLS) ve Genelleştirilmiş En Küçük Kareler (Generalized Least Squares, GLS) tahmin yöntemleri alanyazında yer alan tahmin yöntemlerinden bazılarıdır. Araştırmacının hangi tahmin yöntemini seçeceği verinin normal dağılıp dağılmadığı ya da kategorik olup olmaması durumuna göre değişiklik göstermektedir. Örneğin ML ve GLS yöntemleri çok değişkenli normallik varsayımının sağlanmış olmasını gerektirirken, normallik varsayımı aşıldığında ya da veri kategorik olduğunda WLS'nin kullanılması gerekmektedir (Yuan & Bentler, 1998).

Bu çalışma, sürekli verilerin yanı sıra kategorik verileri de içerdiği için, model parametrelerini tahmin etmek için WLS'nin Mplus programındaki karşılığı olan WLSMV (robust weighted least squares) kullanılmıştır.

3.6.3.4.4. Modelin Eldeki Veriye Uyumunu Sinama

Model uyumunu test etmenin en temel amacı, modelin eldeki veriye ne derece uyum sağladığını test etmektir. Başka bir ifade ile önerilen teorik modelin kovaryans matrisi ile örnekleme ait kovaryans matrisinin kıyaslanması temel amaçtır. Teorik modelin istatistiksel olarak ne derece anlamlı olduğunu test etmek için Schumacker ve Lomax (2010) üç yol önermektedir. Birincisinde örnekleme ait kovaryans matrisi ile teorik modele ilişkin kovaryans matrisi arasında hesaplanan ki kare değerinin istatistiksel olarak anlamsız olması gerekmektedir. Bu durum her iki kovaryans matrisinin benzer olduğunu göstermektedir. İkinci olarak modelde yer alan yollara ilişkin tahmin edilen parametre değerleri istatistiksel

olarak anlamlı olmalıdır. Üçüncü olarak ise tahmin edilen parametrelerin yönü, teori ile çelişmemelidir. Bu kriterlerin dışında dikkat edilmesi gereken diğer husus ise uyum indekslerine bakılmasıdır (Khine, 2013). Uyum indeksleri 3 grup altında incelenmektedir. Bunlar kesin uyum indeksleri (absolute fit or model fit), model karşılaştırma indeksleri (comparative fit or model comparison) ve sıkı uyum (parsimonious fit) indeksleri şeklindedir (Kelloway, 2014; Schumacker & Lomax, 2010).

Kesin uyum indeksleri, örneklemden veriden üretilen modelin, teorik modelle ne derece uyum sağladığını gösterirler (Hair vd., 2006'den akt. Akt: Khine, 2013). Bu indeksler arasında en yaygın kullanılanları χ^2 , GFI (The Goodness-of-Fit index), AGFI (An adjusted goodness-of-fit index), SRMR (The standardized rootmean square residual) ve RMSEA (The root mean square error of approximation) indeksleridir. Model karşılaştırma indeksleri önerilen modelin kovaryans matrisini, bağımsız modelin (baseline, null model) kovaryans matrisi ile karşılaştırmaktadırlar. Bağımsız model, gözlenen değişkenler arasında ilişkinin olmadığını varsayan bir modeldir. Bu indeksler içinde en yaygın kullanılanları CFI (Comparative Fit Index), TLI (Tucker-Lewis Index) indeksleridir. TLIs, Bentler-Bonnet NNFI (nonnormed fit index) olarak da isimlendirilmektedir. Sıkı uyum indeksleri, modelin karmaşıklığını dikkate alan indekslerdir. Bu indekslere örnek olarak sıkı iyilik uyum indeksi (PGFI), sıkı karşılaştırmalı uyum indeksi (PCFI) veya sıkı normlaştırılmış uyum indeksi (PNFI) gösterilmektedir (Khine, 2013).

Yukarıda da belirtildiği gibi YEM'de kullanılan pek çok uyum indeksi bulunmaktadır. YEM araştırmalarında, χ^2/sd 'nin rapor edilmesi konusunda araştırmacılar arasında bir görüş birliği olmasına karşın (Mulaik vd.,1989) hem bu oranın kabul edilebilir eşik değerinin ne olması gerektiği hem diğer uyum indekslerinden hangilerinin rapor edilmesi gerektiğine ilişkin araştırmacılar arasında fikir birliği bulunmamaktadır. Bu oran için Wheaton ve arkadaşları 5.0'dan küçük değerlerin kabul edilebilir olduğunu (Wheaton vd, 1977), Tabachnick ve Fidell 2.0'dan küçük değerlerin kabul edilebilir olduğunu belirtmişlerdir (Tabachnick and Fidell, 2007). Bu oran dışında raporlanması gereken diğer uyum indekslerine ilişkin genel bir kural yoktur çünkü her uyum indeksi model uyumlarının farklı yönlerini göstermektedir. Hu ve Bentler'e (1999) göre SRMR her zaman NNFI (TLI) , RMSEA veya CFI ile raporlanması gerektiğini belirtirken; Kline (2005), ki-kare testi, RMSEA (%90 güven aralığı ile), CFI ve SRMR'nin raporlanmasını önermektedir. Değişken sürekli değilde kategorik bir yapıda ise SRMR yerine WRMR (Weighted root-mean-square residual) rapor edilmesi

gerekmektedir. Bu indeks oldukça yenidir ve yaygın olarak kullanılan kabul edilebilirlik sınırı 0,95 ve 1,00 arasında değişmektedir. Örneklemin büyüklüğüne ve modelin karmaşıklığı ölçüsünde kesim noktası 1.10'da olabilmektedir (Yu, 2002). Bu indekslere ek olarak, raporlanan her bir denklemin çoklu korelasyon katsayı karelerinin de belirtilmesi de önerilmektedir (Hooper, Coughlan ve Mullen, 2008).

Bu araştırmada hem yukarıda belirtilen bilgiler hem de kullanılan paket program olan Mplus'ın verdiği indeksler dikkate alınarak χ^2/sd , RMSEA, CFI, TLI (NNFI), SRMR veya WRMR ile her bir denklemin çoklu korelasyon katsayı karelerinin (belirtme katsayısı, açıklanan varyans) raporlanmasına karar verilmiştir. Bu indekslere ilişkin alan yazında bulunan kabul edilebilir eşik değerleri aşağıda gösterilmektedir (Hu & Bentler, 1999; Wheaton vd, 1977; Kline, 2005; Schermelleh-Engel vd., Yu, 2002).

Tablo 18

Bazı Uyum İndeksleri ve Kabul Edilebilir Eşik Değerleri

Uyum İndeksi	İyi Uyum	Kabul Edilebilir Uyum
χ^2	Manidar olmayan bir p değeri	Manidar olmayan bir p değeri
$\chi^2/s,d$,	$0 \leq \chi^2/s,d \leq 2$	$2 \leq \chi^2/s,d \leq 5$
RMSEA	$0 \leq RMSEA \leq 0,05$	$0,05 \leq RMSEA$
%90 Güven Aralığı		
CFI	$0,95 \leq CFI$	$0,90 \leq CFI \leq 0,95$
TLI	$0,95 \leq TLI$	$0,90 \leq TLI \leq 0,95$
SRMR	$0 \leq SRMR \leq 0,05$	$0,05 \leq SRMR \leq 0,08$
WRMR	$\leq 0,95$	$0,95 \leq WRMR \leq 1,00$

3.6.3.4.5. Modelde Değişikliklere Gitme

Eğer, önerilen model, veriye uyum sağlamazsa model değişikliğine gidilmesi önerilmektedir (Schumacker & Lomax, 2010). Bu durumda, analizlerde kullanılan programın çıktı dosyasında önerilen değişiklikler ve teorik yapı dikkate alınarak, modele ilişkin değişiklikler yapılabilir (Şimşek, 2007). Mplus gibi YEM yazılım programları, gerekli görülen parametreler için modifikasyon indekslerini (MI) hesaplamaktadır (Khine, 2013, s. 16). Bu indeksler (MI) parametreler düzeltildiğindeki ki-

kare değerinin değişimini göstererek araştırmacıya yapılacak modifikasyonun etkisine ilişkin bilgi vermektedir. Bu çalışmada yapısal modelin test edilmesi aşamasında, bilim okuryazarlık testinde yer alan yedinci ve dokuzuncu soru arasında bir korelasyonun olduğuna ilişkin bir modifikasyon önerisi yer almıştır. Modelde önerilen değişiklik sonucu oluşacak ki-kare değerindeki değişiminin dikkate değer büyüklükte olmaması ve testin içeriği dikkate alındığında bu korelasyonun anlamlandırılabilmesi gerekçesi ile bu modifikasyon önerisi dikkate alınmamıştır.

3.7.Çalışmanın İç Geçerlilik ve Dış Geçerlilik Tehditleri

Bu bölümde çalışmaya ilişkin iç geçerlilik ve dış geçerlilik tehditleri açıklanacaktır.

3.7.1.İç Geçerlilik

Model oluşturma çalışmalarında iç geçerlilik, bağımlı değişkenden gözlenen değişkenliğin bağımsız değişkenlerle açıklanma derecesi şeklinde tanımlanmaktadır (Gravetter & Forzano, 2011; Fraenkel, Norman & Wallen, 2012). Başka bir ifade ile iki ya da daha fazla değişken arasında gözlenen ilişkinin, belirsizliğe yer vermeyecek şekilde açık olması, başka değişkenlerden etkilenmemesi durumudur. Bir çalışmanın iç geçerliliğini etkileyen pek çok tehdidin bulunabileceği belirtilmektedir. Bunlar; katılımcı özellikleri tehdidi, katılımcı kaybı tehdidi, lokasyon tehdidi, enstrümantasyon tehdidi, puanlama tehdidi, uygulama zamanı tehdidi, olgunlaşma tehdidi, katılımcı tutumu tehdidi, regresyon tehdidi ve uygulama tehdididir (Fraenkel, Norman & Wallen, 2012).

Katılımcı özellikleri (yaş, cinsiyet, ırk, sosyo-ekonomik durum, politik inançlar vb.) bu araştırmanın sonuçlarını etkileyebilecek bir iç geçerlilik tehdidi olabilmektedir. Bu çalışma sadece Ankara merkez ilçelerindeki devlet okullarında okuyan yedinci sınıf öğrencileri ile yürütülmüştür. Bu şekilde araştırmanın, yaş ve sosyo-ekonomik düzey değişkenlerini ve lokasyona ilişkin tehdidin kontrol altına alındığı söylenebilir. Bu çalışmada katılımcı kaybına ilişkin tehdidin önüne geçebilmek için, daha büyük bir örnekleme ulaşılarak uygulamanın yapılması amaçlanmıştır. Kayıp veri atama tekniği olarak bir çeşit regresyon testi olan çoklu atama (Multiple imputation) tekniği kullanılmıştır. Bu işlem yapılırken de kayıp verinin %10'un altında olması şartı dikkate alınmıştır (Cohen ve Cohen,1983). Uygulama zamanı tehdidi, bu araştırmanın en önemli tehdit unsurlarından biridir. Uygulama

zamanı tehditini ortadan kaldırmak için, veri toplama süreci bölümünde de detaylı olarak bahsedildiği gibi toplam 7 okuldan veri toplanmıştır. Her okulda yapılan uygulama başladıktan sonra 2 hafta sürede içinde tamamlanacak şekilde planlama yapılmıştır. Bu şekilde veri toplama süreci toplamda 2.5 ay sürmüştür. Bu planlama uygulama zamanı tehdidi ve olgunlaşma tehdidinin önüne geçmek için yapılmıştır. 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. Araştırmada veri toplam süreci, araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı, testler uygulanmadan önce araştırmacın amacı, önemi, toplum açısından ve öğrenciler açısından faydaları hususunda öğrencileri bilgilendirmiştir. Araştırmacı veri topladığı tüm sınıflarda aynı tutum içinde olmaya özenle dikkat etmiştir. Veri toplama sürecinden sonra testlerin puanlaması, önceden hazırlanan cevap anahtarları ile bizzat araştırmacı tarafından yapılmıştır. Bu şekilde enstrümantasyon tehdidi, puanlama tehdidi, katılımcı tutumu tehdidinin önüne geçilmeye çalışılmıştır.

3.7.2.Dış Geçerlilik

Dış geçerlilik, bir örneklem üzerinden elde edilen araştırma sonuçlarının diğer gruplara ve evrenlere genellenebilme derecesi olarak tanımlanır (Gravetter & Forzano, 2011; Fraenkel, Norman & Wallen, 2012). Bu araştırma Ankara merkez ilçelerindeki devlet okullarında öğrenim gören 823 tane yedinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Bu sebepten dolayı araştırma sonuçları sadece Ankara merkez ilçelerindeki devlet okullarında öğrenim gören yedinci sınıf öğrencilerine genellenmiştir.

3.8.Etki Büyüklüğü

Etki büyüklüğü istatistikte bir olgunun gücünün niceliksel bir ölçümü olarak ifade edilmektedir. Etki büyüklüğü, genel olarak, yokluk hipotezleri ile alternatif hipotezler arasındaki farkın büyüklüğü olarak tanımlanmaktadır. Özsoy ve Özsoy (2013)'a göre etki büyüklüğü, araştırma sonuçlarının pratikteki anlamlılığının bir göstergesi niteliğindedir. Ayrıca yapılan istatistiksel teste göre kullanılan etki büyüklüğü indeksinin değiştiği belirtilmektedir (Cohen, 1988; Vacha-Haasse & Thompson, 2004). Örneğin t testi için d

indeksi kullanılırken, varyans analizi yapıldığında f indeksi kullanılmaktadır. Çoklu regresyon ve korelasyon analizlerinde etki büyüklüğünün standartlaştırılmış ölçümü için ise f^2 indeksi kullanılmaktadır. Bu f^2 indeksi için $R^2/(1 - R^2)$ eşitliği kullanılmaktadır. Bu eşitlikte yer alan R^2 çoklu korelasyon katsayı karesidir ve belirtme katsayısı ya da açıklanan varyans şeklinde de ifade edilmektedir. Açıklanan varyans, regresyon modeli tarafından açıklanan toplam değişim içindeki payı olarak tanımlanmaktadır ve bağımlı değişkendeki değişimin yüzde kaçının bağımsız değişken tarafından açıklandığı hususunda bilgi vermektedir (Alpar, 2013, s. 435). Cohen (1988) f^2 indeksinin 0.02 değerini küçük etki; 0.15 değerini orta etki ve 0.35 değerini büyük etki olarak sınıflandırmıştır. Bu değerler yukarıda verilen eşitlikten yararlanarak R^2 'ye dönüştürüldüğünde 0.02 değeri küçük; 0,13 değeri orta; 0.26 değeri büyük etki olarak sınıflandırılmaktadır.

Yukarıda yapısal eşitliklerin büyüklüğüne ilişkin etki büyüklüğü sınıflaması yapılmıştır. Bunun dışında standartlaştırılmış regresyon katsayılarının büyüklüğüne ilişkin de etki büyüklüğü sınıflandırılması yapılmaktadır. Kline (2005, s. 122), Cohen'in (1988), etki büyüklüğü hakkındaki tavsiyelerinden yola çıkarak standartlaştırılmış yol katsayılarının etki büyüklüğü hakkında bir sınıflandırma yapmıştır. Bu sınıflandırmaya göre standartlaştırılmış yol katsayısı 0,10'dan küçük olan değerler küçük etki; 0,30 civarındaki değerler orta düzeyde etki; 0,50'den büyük değerler büyük etki olarak değerlendirilmektedir. Etki büyüklüğünün sınıflandırılmasına ilişkin kesme noktaları verilmiş olsa da, bu değerlerin çok katı olmadığı belirtilmektedir. Kline (2005) etki büyüklüğüne ilişkin bu yönergeyi, çalışma alanları hakkında teorik ya da deneysel çalışma kaynaklarının çok az olduğu yeni araştırma alanlarında çalışan araştırmacıların, etki büyüklüğünü sınıflandırması için rehber olabileceğini belirtmiştir. Bunun dışında daha önce kapsamlı araştırmaların yapıldığı alanlarda ise ilgili alanyazın (örneğin meta analiz çalışmaları) göre etki büyüklüğünü sınıflandırmanın daha uygun olacağını belirtmektedir.

Bu çalışmada her bir içsel değişken için açıklanan varyans oranlarının etki büyüklüğünü gösteren f^2 indeksinin değerinin ve standartlaştırılmış regresyon katsayılarının büyüklüğüne ilişkin de etki büyüklüğüne ilişkin Kline (2005, s. 122)'ın yapmış olduğu sınıflandırma sonuçlarına yer verilecektir.

3.9.Güç

YEM analizleri için yapılan hipotez testlerinde, başlangıçta önerilen model null (yokluk) hipotezini (H_0), en son elde edilen model ise alternatif hipotezi (H_a) temsil etmektedir. Bu testlerde, her model için bir ki kare değeri elde edilir ve bu değerler arasındaki fark, teste ilişkin önem testlerini yapmak için kullanılmaktadır. Matematiksel olarak bu istatistik, $D^2 = \chi^2_0 - \chi^2_a$ olarak gösterilmektedir. Bu istatistik belirli bir alfa seviyesinde, serbestlik derecesi ($df_d = dfo - dfa$) kullanılarak hesaplanmakta ve belirli bir alfa seviyesinde istatistiksel olarak önemi test edilen D^2 istatistiği, verilen serbestlik derecesinde kritik χ^2 değerini aşarsa H_0 reddedilmektedir (Schumacker & Lomax,2010).

Bir hipotez testinin gücü, H_0 yanlışken onu reddetme olasılığını ifade etmektedir. Genel olarak tüm istatistiksel analizler için hipotez testinin gücünün 0,80 ve üzerinde olması beklenmektedir (Cohen, 1988). Testin gücü, evren modelinin doğruluğuna, alfa seviyesine, serbestlik derecesine ve örneklem büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir (Schumacker & Lomax,2010). Güç hesaplamalarında sıklıkla MacCallum, Browne ve Sugawara (1996)'ın önerdiği sınıflandırmalar kullanılmaktadır. Bu sınıflandırmada, belirli serbestlik derecesinde, en az 0.80 düzeyinde gücü yakalamak için gerekli olan örneklem büyüklükleri tablolar halinde gösterilmektedir. Bu tablolara göre serbestlik derecesi 25 olan bir çalışmada, 0,80 düzeyinde güce sahip olmak için örneklem sayısının en az 363 olması gerekmektedir. Verilen tabloda serbestlik derecesinin değeri maksimum 100'dür. Bu araştırmada kullanılan modelin serbestlik derecesi 220 olduğu için Saris ve Satorra'nın (1993) önerdiği, teorik modelin gücünü hesaplama yaklaşımı kullanılmıştır (akt.Schumacker & 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 (Ek 5). Analizler sonucunda elde edilen güç değeri yaklaşık 0.99 bulunmuştur. Bu sonuç hipotez testinin gücünün oldukça yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Bu bölümde, araştırmadan elde edilen verilerin analizi sonucunda elde edilen bulgular yer almaktadır. Bölümde ilk olarak ön veri analizinden bahsedilecek daha sonra araştırmada kullanılan ölçme araçlarından elde edilen verilere ait betimsel analizler, doğrulayıcı faktör analizi sonuçları ve son olarak da modelin test edilmesine ilişkin bulgular yer alacaktır.

4.1.Ön Veri Analizi

Bu bölümde, eksik veri analizi, aşırı gözlemler, normallik, doğrusallık, eşvaryanslılık ve çoklu bağlantılılık durumlarına ilişkin yapılan analizler ve sonuçlarından bahsedilecektir.

4.1.1.Eksik Veri Analizi

Bu araştırmada eksik veri analizi iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada tek tek ölçek bazında inceleme yapılmıştır. Bu amaçla her ölçekteki her bir soru maddesi için frekans değerlerine bakılmıştır. Bu analizler sonucunda, soru maddesi bazında kayıp veri miktarı maksimum % 1,1 olarak bulunmuştur. Bu değer oldukça düşüktür ancak örneklem büyüklüğüne göre eksik verinin miktarının en fazla ne kadar olması gerektiği hususunda bir yönerge yoktur ancak Tabachnick ve Fidell (2015) büyük örneklemelerde eksik veri, toplam veri sayısından %5 ve daha az ise eksik veri ataması yapılabileceğini belirtilmektedir. Cohen ve Cohen (1983)'e göre %5 hatta %10'dan daha az olan eksik verinin çok büyük olmadığı ifade edilmektedir. Eksik verinin doğasını anlayabilmek için yapılan Little's MCAR testinin sonucu manidar çıkmıştır. Dolayısıyla ölçeklerdeki eksik veriler MCAR değildir. Bunun için eksik veri atama yöntemi olarak çoklu atama tekniği tercih edilmiştir ve tek iterasyon

yapılarak elde edilen sonuçlar kullanılmıştır. İkinci aşamada öğrencilerin her bir ölçekten aldıkları toplam puanlar üzerinden kayıp veri yüzdesi tespit edilmiştir. Değişken bazında kayıp veri yüzdesi maksimum %9 bulunmuştur. Eksik verinin doğasını anlayabilmek için yapılan Little's MCAR testinin sonucu manidar çıkmıştır. Dolayısıyla ölçeklerdeki eksik veriler MCAR değildir. Bunun için eksik veri atama yöntemi olarak çoklu atama tekniği tercih edilmiştir ve 5 iterasyon yapılarak elde edilen sonuçlar kullanılmıştır.

4.1.2.Uç Değerler

Bu bölümde tek değişkenli ve çok değişkenli uç değer analizlerine yer verilmiştir.

4.1.2.1.Tek Değişkenli Uç Değer Analizi

Tek değişkenli uç değer analizi için Tabachnick ve Fidell'in (2015, s.73) önerdiği yöntem kullanılmıştır. Bu amaçla öğrencilerin testlerden aldıkları toplam puanlar z puanlarına dönüştürülmüştür. Puan aralığı +3.29 ve -3.29 dışında kalan 19 kişiye ait veriler çıkarılmıştır.

4.1.2.2.Çok Değişkenli Uç Değer Analizi

Çok değişkenli uç değer analizi için mahalanobis uzaklığı (m_i^2) hesaplanmıştır ve $\alpha=0,001$ anlamlılık düzeyi için $\chi^2_{p(0,001)}$ değeri bulunmuş, bu değerden büyük m_i^2 değerine sahip gözlemler çok değişkenli uç değer olarak belirlenmiştir (Alpar, 2013 s.132). Bu analiz sonucunda aşırı gözlem olarak belirlenen 1 kişiye ait veri çıkarılmıştır

4.1.3.Normallik

Bu bölümde tek değişkenli ve çok değişkenli normallik analizlerine yer verilmiştir.

4.1.3.1.Tek Değişkenli Normallik

Bu araştırmada tek değişkenli normalliği araştırmak için tüm sürekli değişkenlerin çarpıklık ve basıklık katsayıları hesaplanmıştır. Yapılan analizler sonucunda bu katsayılar 1 ile -1 aralığında bulunmuş ve normal dağılımı sağladığı kabul edilmiştir.

4.1.3.2. Çok Değişkenli Normallik

Alpar (2013, s.120), çok değişkenli normallik için mahalanobis uzaklığı (m_i^2) değerlerinin yarısından fazlası $\chi^2_{p(0,005)}$ değerinden büyükse yani %50'lik konturun dışında kalıyorsa dağılımın çok değişkenli normal dağılmadığı; bu değere eşit ya da daha küçükse dağılımın çok değişkenli normal dağıldığının kabul edilebileceği belirtmektedir. Bu kriterler doğrultusunda yapılan analizler sonucunda veri setindeki 385 kişi %50'lik konturun üzerinde kalmıştır (toplam 823). Dolayısıyla dağılımın çok değişkenli normal dağılıma sahip olduğu söylenebilir.

4.1.4. Doğrusallık ve Eşvaryanslılık

İki değişken arasındaki doğrusal ilişki saçılım grafiği üzerindeki ilişkilerine bakılarak iki değişken normal dağılıma sahipse ve doğrusal olarak ilişkilirse, saçılım grafiğinin oval şeklinde olması beklenmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2015, s.83). Eşvaryanslılık ise normallik varsayımı ile ilişkilidir. Eğer değişkenler arasında çok değişkenli normallik varsayımı karşılanırsa değişkenler arasındaki ilişki de eş varyanslıdır. İki değişkene ait saçılım grafikleri ortaya doğru aynı genişlikte şişmiş olursa değişkenlerin eşvaryanslı olduğu ifade edilir (Tabachnick & Fidell, 2015, s.85). Bu şartlar dikkate alındığında bu araştırmada kullanılan değişkenlerin doğrusal ve eşvaryanslı olduğu görülmektedir.

4.1.5. Çoklu Bağlantılılık

Çoklu bağlantılık problemi iki farklı değişken benzer şeyleri ölçtüğü zaman gözlenen bir durumu ifade etmektedir (Kline, 2005). Çoklu bağlantılılık problemini incelemek için değişkenler arasındaki korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Bu korelasyon katsayısı değerlerinin 0,60 ile 0,01 aralığında olduğu bulunmuştur. Elde edilen değerler 0,80'den küçük olduğu için çoklu bağlantı probleminin olmadığı sonucuna varılmıştır.

4.2. Betimsel Analiz

Bu bölümde öğrencilerin araştırmada kullanılan testlerden aldıkları puanlara ilişkin betimsel analizlere ait bulgular yer alacaktır. Bu analizler test puanlarına ilişkin minimum maksimum değerlerini, ortalamaları, satandart sapmaları, varyansları, çarpıklık ve basıklık katsayılarını

içermektedir. Bunların dışında değişkenler arasındaki korelasyonlara ilişkin de bilgi verilecektir.

Tablo 19’da bu çalışmada kullanılan testlerden alınan toplam puanlara ilişkin betimsel analizler özetlenmektedir. Toplam puanların oluşturduğu dağılımın çarpıklık ve basıklık katsayıları incelendiğinde, bu katsayıların ± 1 sınırları içinde kaldığı söylenebilir. Bu durum ise toplam puanların normal dağılımdan aşırı sapma göstermediği anlamına gelmektedir (Mertler ve Vannatta, 2005) Çarpıklık katsayısının sıfırdan küçük olması dağılımın sola çarpık (negatif çarpık), büyük olması ise sağa çarpık (pozitif çarpık) olduğunu, katsayı sıfıra eşitse dağılımın ortalamaya göre simetrik olduğunu gösterir (Howell, 2010).

Tablo 19

Testlerin Betimsel Analizleri

Değişken	Grup	n	Min	Max	Ort	Std.Sap	Çarpıklık	Basıklık
BO	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
MD	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
BS	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
MK	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
ZDY	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

Tablo 19 incelendiğinde öğrencilerin mental kapasitesi ölçümlerinden aldıkları puanların dağılımının kabul edilebilir ölçekte sola çarpık olduğu görülmektedir. Bu durum bize öğrencilerin Şekil Kesişim Testi’nden aldıkları puanların ortalamanın üstünde olduğunu göstermektedir.

Tablo 20

Test Ortalamalarının Cinsiyet Gruplarına Göre ANOVA Sonuçları

Değişken	Kaynak	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	*p
BO	Gruplararası	190,69	1	190,69	17,73	,000
	Gruplariçi	8831,18	821	10,76		
	Toplam	9021,87	822			
MDY	Gruplararası	6,66	1	6,66	1,34	,248
	Gruplariçi	4093,71	821	4,99		
	Toplam	4100,37	822			
BS	Gruplararası	95,78	1	95,78	3,95	,047
	Gruplariçi	19900,30	821	24,24		
	Toplam	19996,08	822			
MK	Gruplararası	60,25	1	60,25	1,58	,209
	Gruplariçi	31253,12	821	38,07		
	Toplam	31313,36	822			
ZDY	Gruplararası	147,57	1	147,57	5,59	,018
	Gruplariçi	21688,34	821	26,42		
	Toplam	21835,91	822			

*p< .05

Tablo 20’de tüm testlerdeki kız ve erkek öğrencilerin aldıkları puanlar incelendiğinde, mental kapasite ve zihinsel döndürme yeteneği ölçümleri dışındaki tüm ölçümlerde kız öğrencilerin ortalamasının erkek öğrencilerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Tablo 20’de görüldüğü gibi mental kapasite puanları açısından erkek ve kız öğrenciler arasında görülen ortalama puan farkı, erkek öğrenciler lehine istatistiksel olarak anlamlı değilken ($F(1, 821)=1,58; p \geq 0,05$); Zihinsel döndürme yeteneği açısından bu fark erkek öğrenciler lehine istatistiksel olarak anlamlıdır ($F(1, 821)=5,59; p < 0,05$). Bilimsel okuryazarlık ($F(1, 821)=17,73; p < 0,05$) ve alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stiller ($F(1, 821)=3,95; p < 0,05$) puanları açısından kız ve erkek öğrenciler arasında görülen ortalama puan farkı kız öğrenciler lehine istatistiksel olarak anlamlı iken, mantıksal düşünme yeteneği açısından ($F(1, 821)=1,34; p \geq 0,05$) bu ortalama puan farkı istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

Bu araştırmada bağımlı değişken olarak seçilen bilimsel okuryazarlık değişkeni gizil değişken olarak ele alınmıştır. Bu sebeple bu değişken için toplam puan kullanılmayacaktır.

Tablo 21’de BO testinin 18 sorusuna ilişkin betimsel analizler yer almaktadır. Tablo 21 incelendiğinde bazı sorulara ilişkin çarpıklık basıklık katsayısı değerlerinin ± 1 sınırlarının dışında kaldığı görülmektedir. Tabachnick and Fidell (2007), yeterince büyük örneklem için (200’den büyük), bu durumun analizler için bir sorun teşkil etmeyeceğini belirtmektedir. Bu nedenle bu maddeler testte tutulmuştur.

Tablo 21

BO Testinin Betimsel Analizi

Soru No	Örneklem	Ortalama (M)	Std. Sap.	Çarpıklık	Basıklık
S01	823	0,33	0,47	0,72	-1,49
S02	823	0,66	0,48	-0,68	-1,54
S03	823	0,43	0,50	0,26	-1,94
S04	823	0,65	0,48	-0,62	-1,62
S05	823	0,51	0,50	-0,03	-2,00
S06	823	0,26	0,44	1,12	-0,75
S07	823	0,36	0,48	0,60	-1,64
S08	823	0,61	0,49	-0,43	-1,82
S09	823	0,38	0,49	0,48	-1,77
S10	823	0,19	0,40	1,55	0,40
S11	823	0,24	0,43	1,25	-0,45
S12	823	0,63	0,49	-0,52	-1,73
S13	823	0,67	0,47	-0,71	-1,50
S14	823	0,61	0,49	-0,44	-1,81
S15	823	0,49	0,50	0,05	-2,00
S16	823	0,57	0,50	-0,29	-1,92
S17	823	0,34	0,47	0,68	-1,55
S18	823	0,65	0,48	-0,65	-1,58
Toplam	823	8,57	3,31	0,17	-0,62

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 22’de görülmektedir.

Tablo 22

Değişkenler Arasındaki Pearson Korelasyon Katsayıları (n= 823)

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

**p≤0,01

Korelasyon katsayısı yorumlanırken, büyüklüğü ve yönü ele alınmaktadır. Katsayıya ilişkin pozitif değerler, iki değişken arasında doğru orantılı bir ilişki olduğunu gösterirken; negatif değerler, iki değişken arasında ters orantılı bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Korelasyon katsayısının büyüklüğü için ise 0 ve 0,30 arasındaki değerler düşük düzeyde korelasyonu; 0,3 ve 0,7 arasındaki değerler orta düzeyde korelasyonu; 0,7 and 1.0 arasındaki değerler yüksek düzeyde korelasyonu ifade etmektedir (Ratner, 2009).

Tablo 22 incelendiğinde öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeyi ile diğer bütün değişkenler ve diğer bütün değişkenlerin kendi aralarında orta düzeyde pozitif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olduğu görülmektedir.

4.3.Doğrulayıcı Faktör Analizi

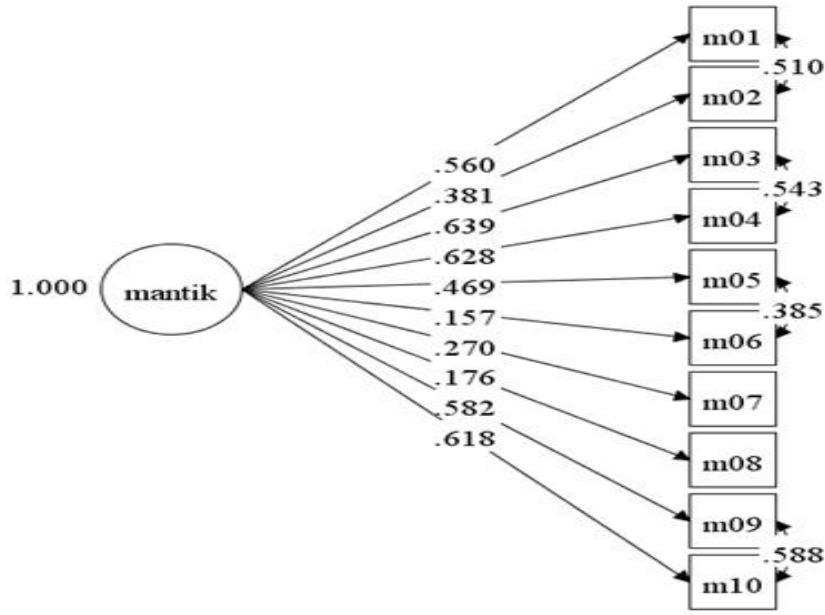
Bu bölümde araştırmada bağımsız değişken olarak kullanılan ölçme araçlarının yapı geçerliğini sağlamak için yapılan doğrulayıcı faktör analizi ve güvenirliği göstermek için yapılan Cronbach α güvenirlik katsayısı analizlerinin bulgularına yer verilmiştir.

Modelde yer alan testlerin yapı geçerliliğini test etmek için yapılan doğrulayıcı faktör analizi Mplus 7.0 programı ile yapılmıştır. Analizler, test maddelerinin kategorik (doğru/yanlış) özelliğinden dolayı Ağırlıklandırılmış En Küçük Kareler (Weighted Least Squares, WLS) tahmin yönteminin uygulandığı tetrakorik korelasyon matrisi kullanılarak yapılmıştır.

4.3.1.Mantıksal Düşünme Yetenek Testi

Testin yapı geçerliliği Mplus 7.0 programı kullanılarak, Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) yapılarak incelenmiştir. Yapılan analiz sonucundaki uyum indeksleri sırasıyla (χ^2/sd) = 1,40; RMSEA = 0,02; CFI = 0,99; TLI = 0,98; WRMR = 0,77 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler testin tek faktörlü yapısının örneklemden elde edilen veri ile iyi seviyede uyum gösterdiğini ifade etmektedir

Analizlere ilişkin standartlaştırılmış regresyon katsayılarını içeren yol diyagramı Şekil 13’de verilmiştir.



Şekil 13 Mantıksal düşünme yetenek testinin doğrulayıcı faktör analizi (Standartlaştırılmış regresyon katsayıları)

Daha öncede belirtildiği gibi, bu analizlerin dışında testte yer alan her bir sorunun, yapının geçerli bir göstergesi olduğunun gösterilmesi gerekir. Bu amaçla yapılan her bir soru için yapılan t istatistiği sonuçları Tablo 23’te görülmektedir.

Tablo 23

Model Parametrelerinin Standartlaştırılmamış ve Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları

Parametre	Standartlaştırılmamış Regresyon Katsayısı	SE	Standartlaştırılmış Regresyon Katsayısı
MDY → V01	1,00*	0,00	0,56
MDY → V02	0,68*	0,10	0,38
MDY → V03	1,14*	0,15	0,64
MDY → V04	1,12*	0,16	0,63
MDY → V05	0,84*	0,13	0,47
MDY → V06	0,28*	0,11	0,16
MDY → V07	0,48*	0,11	0,27
MDY → V08	0,32*	0,12	0,18
MDY → V09	1,04*	0,14	0,58
MDY → V10	1,10*	0,14	0,62

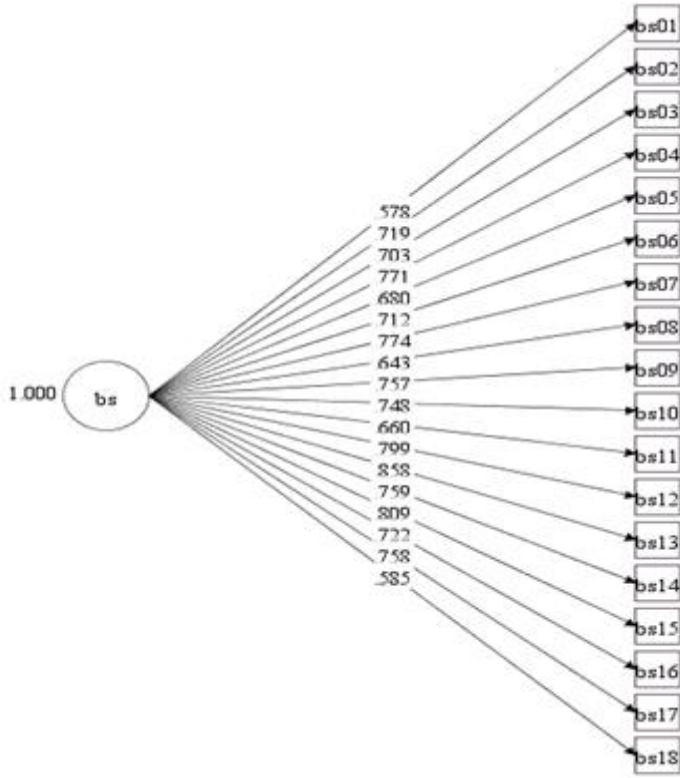
*p≤,05

Yapılan analizler sonucunda gerek uyum indeksi değerleri gerekse standartlaştırılmamış regresyon katsayılarına ilişkin yapılan t istatistiği sonuçlarına göre ölçeğin tek faktörlü yapısının korunduğu ve her bir sorunun mantıksal düşünme yeteneği yapısının geçerli bir göstergesi olduğu görülmektedir.

4.3.2. Grup Saklı Figürler Testi

Testin yapı geçerliliği MPlus 7.0 programı kullanılarak, Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) yapılarak incelenmiştir. Yapılan analiz sonucundaki uyum indeksleri sırasıyla (χ^2/sd) = 2,93; RMSEA = 0,05; CFI = 0,98; TLI = 0,97; WRMR = 1,28 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler testin tek faktörlü yapısının örneklemde elde edilen veri ile iyi seviyede uyum gösterdiğini ifade etmektedir.

Analizlere ilişkin standartlaştırılmış regresyon katsayılarını içeren yol diyagramı Şekil 14’de verilmiştir.



Şekil 14 Grup saklı figürler testinin doğrulayıcı faktör analizi (Standartlaştırılmış regresyon katsayıları)

Daha öncede belirtildiği gibi, bu analizlerin dışında testte yer alan her bir sorunun, yapının geçerli bir göstergesi olduğunun gösterilmesi gerekir. Bu amaçla yapılan her bir soru için yapılan t istatistiği sonuçları Tablo 24’de görülmektedir.

Tablo 24

*Model Parametrelerinin Standartlaştırılmamış ve Standartlaştırılmış Regresyon**Katsayıları*

Parametre	Standartlaştırılmamış Regresyon Katsayısı	SE	Standartlaştırılmış Regresyon Katsayısı
BS → V01	1,00*	0,00	0,58
BS → V02	1,24*	0,08	0,72
BS → V03	1,22*	0,09	0,70
BS → V04	1,33*	0,09	0,77
BS → V05	1,18*	0,08	0,68
BS → V06	1,23*	0,09	0,71
BS → V07	1,34*	0,09	0,77
BS → V08	1,11*	0,08	0,64
BS → V09	1,31*	0,09	0,76
BS → V10	1,29*	0,09	0,75
BS → V11	1,14*	0,09	0,66
BS → V12	1,38*	0,09	0,80
BS → V13	1,48*	0,09	0,86
BS → V14	1,31*	0,09	0,76
BS → V15	1,40*	0,09	0,81
BS → V16	1,25*	0,09	0,72
BS → V17	1,31*	0,09	0,76
BS → V18	1,01*	0,09	0,59

*p≤,05

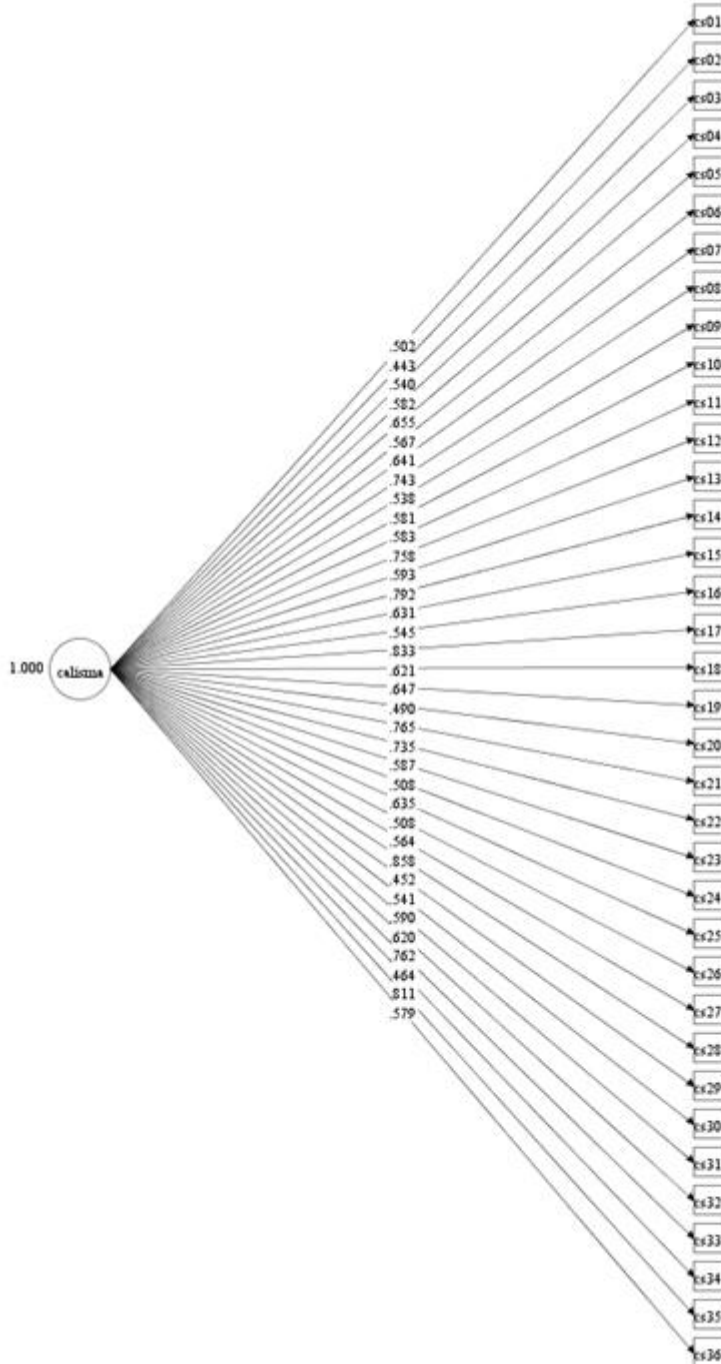
Yapılan analizler sonucunda gerek uyum indeksi değerleri gerekse standartlaştırılmamış regresyon katsayılarına ilişkin yapılan t istatistiği sonuçlarına göre ölçeğin tek faktörlü yapısının korunduğu ve her bir sorunun bilişsel stiller yapısının geçerli bir göstergesi olduğu görülmektedir.

4.3.3.Mental Kapasite Testi

Testin yapı geçerliliği MPlus 7.0 programı kullanılarak, Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) yapılarak incelenmiştir. Yapılan analiz sonucundaki uyum indeksleri sırasıyla (χ^2/sd) = 1,85; RMSEA = 0,03; CFI = 0,94; TLI = 0,94; WRMR = 1,34 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlerden CFI,

TLI değerleri, testin tek faktörlü yapısının örneklemden elde edilen veri ile kabul edilebilir seviyede uyum gösterdiğini, χ^2/sd ve RMSEA değerleri ise iyi uyumu ifade etmektedir

Analizlere ilişkin standartlaştırılmış regresyon katsayılarını içeren yol diyagramı Şekil 15’de verilmiştir.



Şekil 15 Mental kapasite testinin doğrulayıcı faktör analizi (Standartlaştırılmış regresyon katsayıları)

Testte yer alan her bir sorunun, yapının geçerli bir göstergesi olup olmadığını göstermesi amacıyla t istatistiği sonuçları Tablo 25’te görülmektedir.

Tablo25

Model Parametrelerinin Standartlaştırılmamış ve Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları

Parametre	Standartlaştırılmamış Regresyon Katsayısı	SE	Standartlaştırılmış Regresyon Katsayısı
MK → V01	1,00*	0,00	0,50
MK → V02	0,88*	0,15	0,44
MK → V03	1,08*	0,18	0,54
MK → V04	1,16*	0,19	0,58
MK → V05	1,30*	0,21	0,66
MK → V06	1,13*	0,20	0,57
MK → V07	1,28*	0,20	0,64
MK → V08	1,48*	0,23	0,74
MK → V09	1,07*	0,20	0,54
MK → V10	1,16*	0,17	0,58
MK → V11	1,16*	0,20	0,58
MK → V12	1,51*	0,23	0,76
MK → V13	1,18*	0,19	0,59
MK → V14	1,58*	0,26	0,79
MK → V15	1,26*	0,20	0,63
MK → V16	1,09*	0,18	0,55
MK → V17	1,66*	0,25	0,83
MK → V18	1,24*	0,20	0,62
MK → V19	1,29*	0,16	0,65
MK → V20	0,98*	0,19	0,49
MK → V21	1,52*	0,24	0,77
MK → V22	1,46*	0,23	0,74
MK → V23	1,17*	0,20	0,59
MK → V24	1,01*	0,19	0,51
MK → V25	1,26*	0,21	0,64
MK → V26	1,01*	0,18	0,51
MK → V27	1,12*	0,18	0,56
MK → V28	1,71*	0,27	0,86

MK →	V29	0,90*	0,16	0,45
MK →	V30	1,07*	0,18	0,54
MK →	V31	1,18*	0,20	0,59
MK →	V32	1,24*	0,19	0,62
MK →	V33	1,52*	0,23	0,76
MK →	V34	0,92*	0,17	0,46
MK →	V35	1,62*	0,25	0,81
MK →	V36	1,15*	0,18	0,58

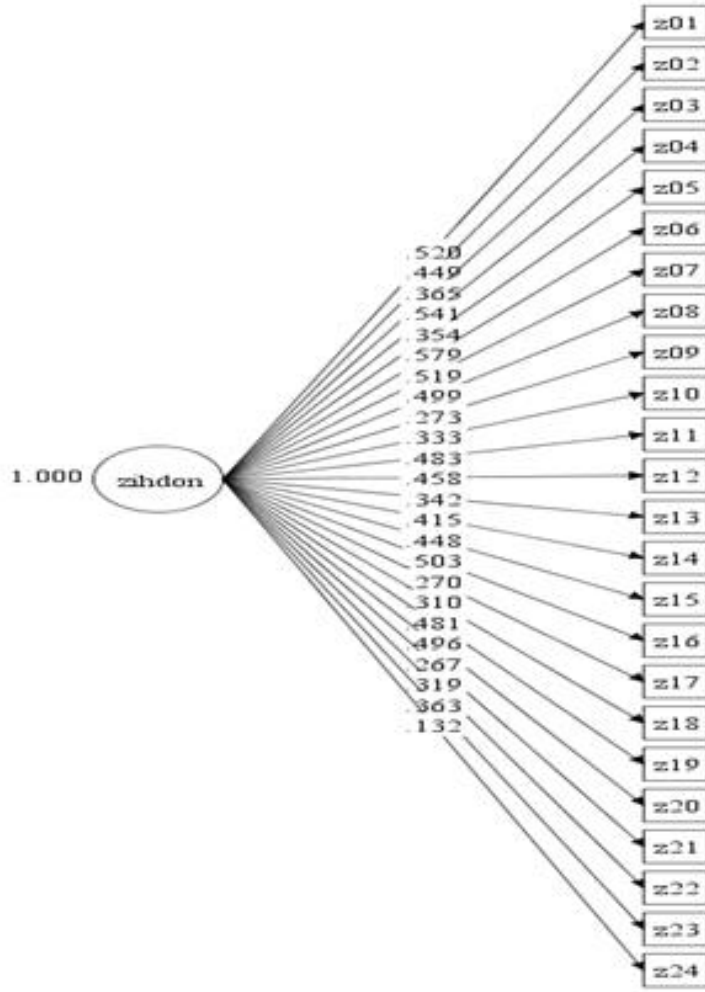
*p≤,05

Yapılan analizler sonucunda gerek uyum indeksi değerleri gerekse standartlaştırılmamış regresyon katsayılarına ilişkin yapılan t istatistiği sonuçlarına göre ölçeğin tek faktörlü yapısının korunduğu ve her bir sorunun mental kapasite yapısının geçerli bir göstergesi olduğu görülmektedir.

4.3.4.Zihinsel Döndürme Testi

Testin yapı geçerliliği Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) yapılarak incelenmiştir. Yapılan analiz sonucundaki uyum indeksleri sırasıyla (χ^2/sd) = 1,91; RMSEA = 0,04; CFI = 0,91; TLI = 0,90; WRMR = 1,15 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlerden CFI, TLI değerleri, testin tek faktörlü yapısının örneklemden elde edilen veri ile kabul edilebilir seviyede uyum gösterdiğini, χ^2/sd ve RMSEA değerleri ise iyi uyumu ifade etmektedir

Analizlere ilişkin standartlaştırılmış regresyon katsayılarını içeren yol diyagramı Şekil 16'da verilmiştir.



Şekil 16 Zihinsel döndürme testinin doğrulayıcı faktör analizi (Standartlaştırılmış regresyon katsayıları)

Testte yer alan her bir sorunun, yapının geçerli bir göstergesi olup olmadığını göstermek amacıyla her bir soru için yapılan t istatistiği sonuçları Tablo 26’da görülmektedir.

Tablo26

Model Parametrelerinin Standartlaştırılmamış ve Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları

Parametre	Standartlaştırılmamış Regresyon Katsayısı	SE	Standartlaştırılmış Regresyon Katsayısı
ZD → V01	1,00*	0,00	0,52
ZD → V02	0,86*	0,109	0,45
ZD → V03	0,70*	0,08	0,37
ZD → V04	1,04*	0,09	0,54
ZD → V05	0,68*	0,09	0,35
ZD → V06	1,11*	0,09	0,58
ZD → V07	0,99*	0,09	0,52
ZD → V08	0,99*	0,09	0,50
ZD → V09	0,52*	0,09	0,27
ZD → V10	0,64*	0,09	0,33
ZD → V11	0,93*	0,09	0,48
ZD → V12	0,88*	0,09	0,46
ZD → V13	0,66*	0,09	0,34
ZD → V14	0,80*	0,09	0,42
ZD → V15	0,86*	0,09	0,45
ZD → V16	0,97*	0,09	0,50
ZD → V17	0,52*	0,09	0,27
ZD → V18	0,60*	0,08	0,31
ZD → V19	0,92*	0,10	0,48
ZD → V20	0,96*	0,10	0,50
ZD → V21	0,51*	0,09	0,27
ZD → V22	0,61*	0,08	0,32
ZD → V23	0,70*	0,09	0,36
ZD → V24	0,26*	0,08	0,13

*p≤,05

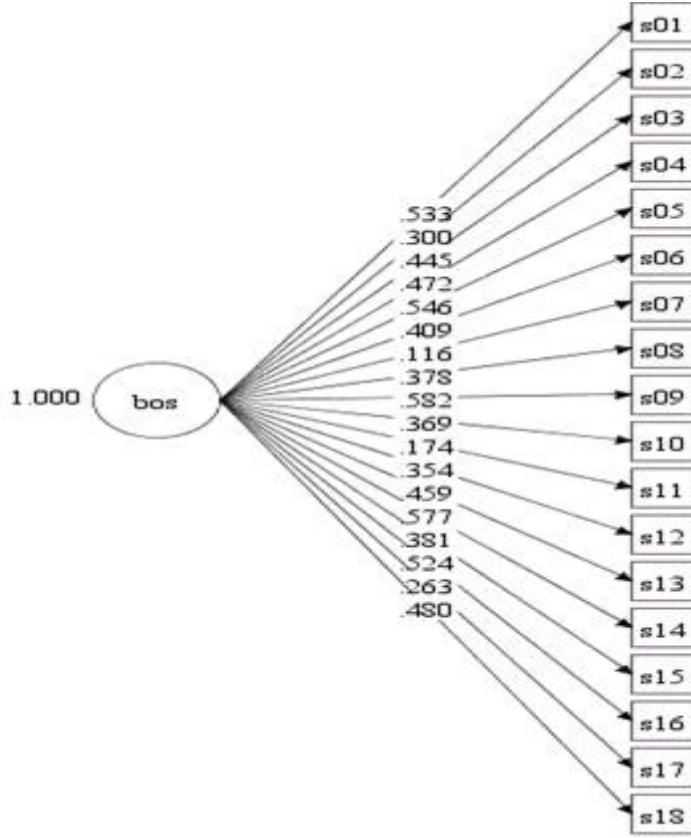
Yapılan analizler sonucunda gerek uyum indeksi değerleri gerekse standartlaştırılmamış regresyon katsayılarına ilişkin yapılan t istatistiği sonuçlarına göre ölçeğin tek faktörlü yapısının korunduğu ve her bir sorunun zihinsel döndürme yeteneği yapısının geçerli bir göstergesi olduğu görülmektedir.

4.4.Modelin Test Edilmesi

YEM analizlerinde olduğu gibi, ÇGÇN modeline ilişkin analizlere de öncelikle ölçme modeli ile ilgili analizlerle başlanması gerektiği önerilmektedir. başlanması gerekmektedir. Bu amaçla öncelikle ölçme modeli ile ilgili analiz bulguları verilecek daha sonra yapısal modele ilişkin bulgular sunulacaktır.

4.4.1.Ölçme Modelinin Test Edilmesi

Bu araştırmanın ölçme modelinin analizi, modelde yer alan tek gizil değişken ve aynı zamanda modelin bağımlı değişkeni olan BO testinin analizini içermektedir. Çoktan seçmeli 18 sorudan oluşan BO testinin Cronbach α güvenilirlik katsayısı hesaplanmış ve 0.66 olarak bulunmuştur. Ölçeğin yapı geçerliliği Doğrulamalı Faktör Analizi (DFA) yapılarak incelenmiştir. Yapılan analiz sonucundaki uyum indeksleri sırasıyla (χ^2/sd) = 1,32; RMSEA = 0,02; CFI = 0,97; TLI = 0,96; WRMR = 0,94 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler testin tek faktörlü yapısının örneklemden elde edilen veri ile iyi seviyede uyum gösterdiğini ifade etmektedir. Analizlere ilişkin standartlaştırılmış regresyon katsayılarını içeren yol diyagramı Şekil 17’de verilmiştir.



Şekil 17 BO doğrulayıcı faktör analizi (Standartlaştırılmış regresyon katsayıları)

Bilimsel okuryazarlık testinin tek faktörlü yapısını koruduğu, uyum indeksleri tarafından doğrulanmış olsa da bu tek başına yeterli bir parametre değildir. Bunun dışında testte yer alan her bir sorunun, yapının geçerli bir göstergesi olduğunun gösterilmesi gerekir. Bunun için ise her bir soru için yapılan t istatistiği sonuçlarının istatistiksel olarak anlamlı çıkması beklenmektedir (Schumacker & Lomax, 2010). Bu amaçla yapılan analiz sonuçları Tablo 27’de görülmektedir.

Tablo27

Model Parametrelerinin Standartlaştırılmamış ve Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları

Parametre	Standartlaştırılmamış Regresyon Katsayısı	SE	Standartlaştırılmış Regresyon Katsayısı
BO →V01	1,00*	0,00	0,53
BO →V02	0,56*	0,11	0,30
BO →V03	0,83*	0,11	0,45
BO →V04	0,89*	0,11	0,47
BO →V05	1,02*	0,11	0,55
BO →V06	0,77*	0,12	0,41
BO →V07	0,22*	0,10	0,12
BO →V08	0,71*	0,10	0,38
BO →V09	1,09*	0,12	0,58
BO →V10	0,69*	0,12	0,37
BO →V11	0,33*	0,11	0,17
BO →V12	0,66*	0,11	0,35
BO →V13	0,86*	0,12	0,46
BO →V14	1,08*	0,13	0,58
BO →V15	0,72*	0,11	0,38
BO →V16	0,98*	0,12	0,52
BO →V17	0,49*	0,11	0,26
BO →V18	0,90*	0,12	0,48

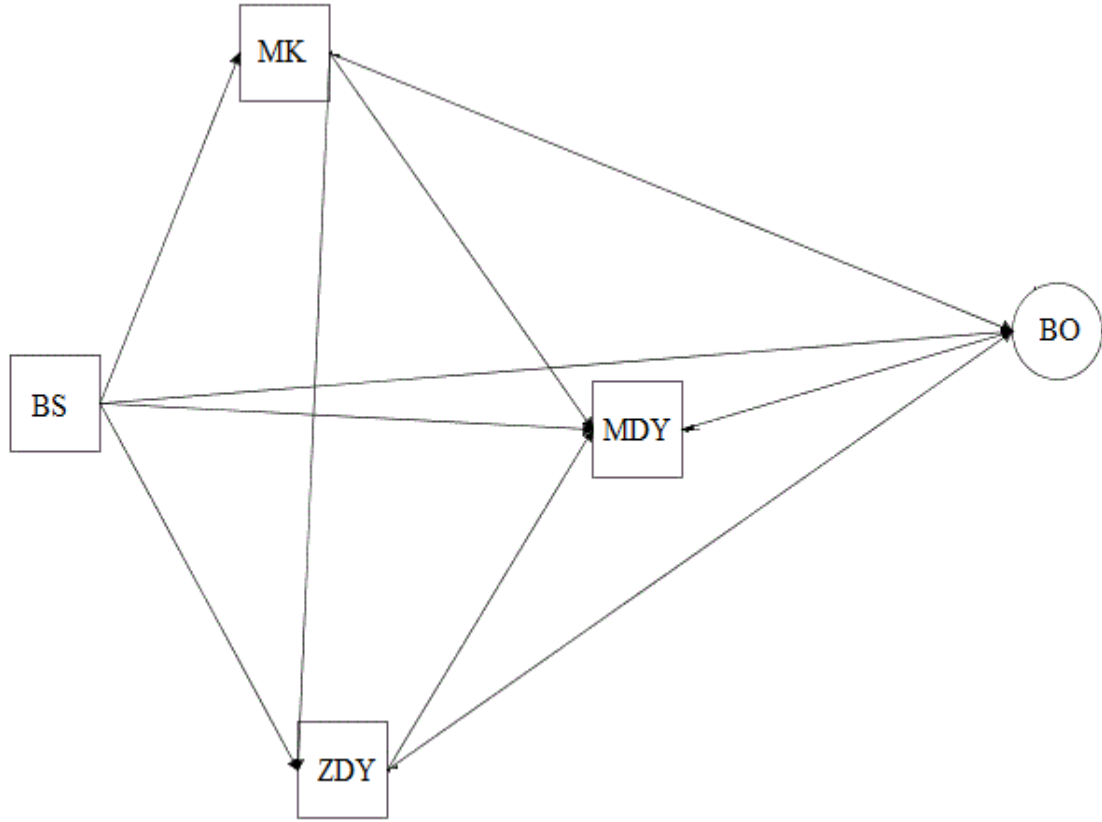
*p≤,05

Yapılan analizler sonucunda gerek uyum indeksi değerleri gerekse standartlaştırılmamış regresyon katsayılarına ilişkin yapılan t istatistiği sonuçlarına göre ölçeğin tek faktörlü yapısının korunduğu ve her bir sorunun bilimsel okuryazarlık yapısının geçerli bir göstergesi olduğu görülmektedir.

4.4.2.Yapısal Modelin Testi

Bu bölümde, bilimsel okuryazarlığı yapısını açıklayan bilişsel değişkenlere ilişkin yapılan alanyazın taramaları sonucunda önerilen modelin test edilmesine ilişkin analizlere ve bulgulara yer verilmektedir. Bu araştırmada daha öncede bahsedildiği gibi çoklu göstergeler

ve çoklu nedenler model yaklaşımı (ÇGÇN) esas alınmıştır. Modelin kavramsal ÇGÇN model temelinde gösterimi aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.



→ İstatistiksel Olarak Anlamlı Yol Katsayısı

Şekil 18 Yedinci sınıf öğrencileri bilimsel okuryazarlık düzeyi için kavramsal ÇGÇN modeli

Önerilen modelde öğrencilerin alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimi (BS), mental kapasitesi (MK) ve zihinsel döndürme yetenekleri (ZD) bilimsel okuryazarlık düzeylerini (BO) hem doğrudan hem de mantıksal düşünme yeteneği (MDY) üzerinden dolaylı olarak etkilediği öngörülmektedir. Aynı zamanda öğrencilerin bilişsel stillerinin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerine, mental kapasite (MK) ve zihinsel döndürme yeteneği (ZDY) değişkenleri vasıtasıyla dolaylı etkisi; öğrencilerin mental kapasitelerinin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerine, zihinsel döndürme yeteneği (ZDY) ve mantıksal düşünme yeteneği (MDY) değişkenleri vasıtası ile dolaylı bir etkisi öngörülmektedir. Bunların dışında öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneğinin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerinde muhtemel bir doğrudan etkisinin olduğu görülmektedir. Bütün bu bilgiler ışığında öncelikle yukarıda önerilen modele ilişkin analizler yapılmıştır. Yapılan analiz sonucundaki uyum indeksleri sırasıyla (χ^2/sd) = 1,38; RMSEA = 0,02; CFI = 0,97; TLI = 0,97; WRMR = 0,93 olarak

hesaplanmıştır. Bu değerler modelin örneklemden elde edilen veri ile iyi seviyede uyum gösterdiğini ifade etmektedir. Ancak bu tek başına yeterli değildir, değişkenler arasında tanımlanan yol katsayılarının değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olması gerekmektedir. Bu amaçla yapılan analiz sonuçları Tablo 28’de görülmektedir. Bu tabloda yer alan alternatif hipotezler Bölüm 1.4’de açıklanmıştır.

Tablo28

Model Parametrelerinin Standartlaştırılmamış ve Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları ve Hipotez Testi Sonuçları

Hipotezler	Parametre	Standartlaştırıl -mamış Regresyon Katsayısı	SE	Standartlaştı -rılmış Regresyon Katsayısı	Hipotez Sonucu
H1	MDY → BO	0,12*	0,01	0,51	Desteklendi
H2	BS → BO	0,02*	0,00	0,20	Desteklendi
H3	MK → BO	0,01*	0,00	0,08	Desteklendi
H4	ZDY → BO	0,01*	0,00	0,13	Desteklendi
H5	BS → MDY	0,14*	0,02	0,31	Desteklendi
H6	MK → MDY	0,09*	0,02	0,25	Desteklendi
H7	ZDY → MDY	0,04*	0,01	0,09	Desteklendi
H8	BS → MK	0,70*	0,04	0,56	Desteklendi
H9	BS → ZDY	0,26*	0,04	0,25	Desteklendi
H10	MK → ZDY	0,23*	0,03	0,27	Desteklendi

*p≤,05

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

döndürme yeteneği üzerindeki yordama etkisi ($\beta=0,25$, $p\leq0,05$); mental kapasitenin zihinsel döndürme yeteneği üzerindeki yordama etkileri de ($\beta=0,27$, $p\leq0,05$) istatistiksel olarak anlamlıdır. Dolayısıyla bütün hipotezler desteklenmiştir.

Yapısal eşitlik modeli çalışmalarında doğrudan etkilerin yanı sıra dolaylı etkilerin ve doğrudan ve dolaylı etkilerin oluşturduğu toplam etkilerin de hesaplanması önem taşımaktadır.

4.4.3. Toplam, Doğrudan ve Dolaylı Etkiler

Yapılan analizler sonucunda elde edilen toplam, dolaylı ve doğrudan etkiler ve bunlara ek olarak modelde tahmin edilen(bağımlı) ve mediatör (yönlendirici) değişkenler için diğer değişkenler tarafından açıklanan varyans yüzdeleri Tablo 29’da verilmiştir.

Tablo 29

Modelde Yer Alan Doğrudan, Dolaylı ve Toplam Etkiler

Tahmin Edilen Değişkenler	Tahmin Eden	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*
	MK	0,08*	0,17*	0,25*
Mantıksal Düşünme Yeteneği ($R^2=0,30$)	BS	0,31 *	0,18*	0,49*
	MK	0,25*	0,03*	0,28*
	ZDY	0,09*	-	0,09*
Mental Kapasite ($R^2=0,31$)	BS	0,56*	-	0,57*
Zihinsel Döndürme Yeteneği ($R^2=0,21$)	BS	0,25*	0,15*	0,40*
	MK	0,27*	-	0,27*

* $p\leq0,05$

Yapılan analizler neticesinde yapısal modele ilişkin bulgular Tablo 29’da görülmektedir. Tabloda görüldüğü üzere bilimsel okuryazarlığını yordayan toplam 4 değişken bilimsel okuryazarlığı üzerindeki varyansın %55’ini açıklayabilmektedir. Değişkenlerin tamamı hem

doğrudan hem de dolaylı olarak bilimsel okuryazarlığı yordamaktadırlar. Değişkenler yapmış oldukları toplam yordama etkileri açısından değerlendirildiğinde, tüm değişkenlerinin sahip olduğu yordama etkileri istatistiksel olarak anlamlıdır. Değişkenlerin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerine yaptıkları toplam yordama etkileri, etki büyüklükleri açısından incelediğinde, mantıksal düşünme yeteneği ($\beta = 0,51$) ve alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin ($\beta = 0,55$) büyük düzeyde etkiye; mental kapasite ($\beta = 0,25$), ve zihinsel döndürme yeteneğinin ($\beta = 0,17$) orta düzeyde etkiye sahip olduğu görülmektedir (Kline, 2005).

Elde edilen bulgular incelediğinde YEM'in avantajları ve istatistiksel olarak güçlü yönleri ortaya çıkmaktadır. Çünkü bazı istatistiksel teknikler ile dolaylı etkiler göz ardı edilmekte sadece doğrudan etkiler yorumlanabilmektedir. Bu çalışmada sadece doğrudan yordama etkilerine bakıldığında mantıksal düşünme yeteneği ($\beta = 0,51$) birinci, alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimi ($\beta = 0,20$) ise ikinci sırada bilimsel okuryazarlığının yordayıcısı olarak görülmektedir. Dolaylı etkileri de içine alan toplam etki incelendiğinde alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin ($\beta = 0,55$), mantıksal düşünme yeteneğine ($\beta = 0,51$) göre daha büyük bir yordama etkisinin olduğu görülmektedir. Benzer şekilde doğrudan etkiler söz konusu olduğunda zihinsel döndürme yeteneğinin ($\beta = 0,13$) bilimsel okuryazarlığını yordama büyüklüğü, mental kapasiteden ($\beta = 0,08$) büyükken, toplam etkiler söz konusu olduğunda zihinsel döndürme yeteneğinin ($\beta = 0,17$) bilimsel okuryazarlığını yordama büyüklüğünün, mental kapasiteden ($\beta = 0,25$) daha küçük olduğu görülmektedir. Mental kapasitenin bilimsel okuryazarlığını yordama büyüklüğü doğrudan etki söz konusu olduğunda küçük etki kategorisindeyken ($\beta = 0,08$), toplam etkiler söz konusu olduğunda orta düzeyde etki büyüklüğünde olmuştur ($\beta = 0,25$). Görüldüğü üzere bilimsel okuryazarlığı üzerindeki varyansı belirlemede hem doğrudan etkiler hem dolaylı yordama etkileri rol oynamaktadır. Bu etkileri ifade eden hipotezlerin test sonuçlarına ait bulgular aşağıda sunulmaktadır.

“H1: Mantıksal düşünme yeteneğinin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerine anlamlı bir yordama etkisi vardır.” hipotezi desteklenmiştir. Test edilen yapısal modelde mantıksal düşünme yeteneğinin bilimsel okuryazarlığı sadece doğrudan yordadığı kurgulanmış ve yapılan analizler neticesinde bu yordama etkisi doğrulanmıştır. Mantıksal düşünme yeteneğindeki 1 standart sapmalık bir artışın bilimsel okuryazarlık üzerinde 0.51 standart sapmalık bir artışa yol açtığı tespit edilmiştir.

“H2: Alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerine anlamlı bir yordama etkisi vardır” hipotezi desteklenmiştir. Test edilen yapısal modelde alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin bilimsel okuryazarlığı hem doğrudan hem de diğer değişkenler üzerinde dolaylı olarak yordadığı kurgulanmış ve yapılan analizler neticesinde bu yordama etkileri doğrulanmıştır. Sadece doğrudan etki söz konusu olduğunda alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimindeki bir standart sapmalık bir artışın bilimsel okuryazarlık üzerinde 0.20 standart sapmalık bir artışa yol açtığı tespit edilmiştir. Dolaylı yordama etkilerin de içinde olduğu toplam yordama etkisi söz konusu olduğunda alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimindeki 1 standart sapmalık bir artışın bilimsel okuryazarlıkta 0.55 standart sapmalık bir artışa yol açtığı tespit edilmiştir.

“H3: Mental kapasitenin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerine anlamlı bir yordama etkisi vardır.” hipotezi desteklenmiştir. Test edilen yapısal modelde mental kapasitenin bilimsel okuryazarlığı hem doğrudan hem de zihinsel döndürme yeteneği ve mantıksal düşünme yeteneği üzerinden dolaylı olarak yordadığı kurgulanmış ve yapılan analizler neticesinde bu yordama etkileri doğrulanmıştır. Sadece doğrudan yordama etkileri söz konusu olduğunda mental kapasitedeki bir standart sapmalık bir artışın bilimsel okuryazarlık üzerinde 0.08 standart sapmalık bir artışa yol açtığı tespit edilmiştir. Dolaylı etkilerin de içinde olduğu toplam yordama etkileri söz konusu olduğunda mental kapasitedeki 1 standart sapmalık bir artışın bilimsel okuryazarlıkta 0.25 standart sapmalık bir artışa yol açtığı tespit edilmiştir.

“H4: Zihinsel döndürme yeteneğinin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerine anlamlı bir yordama etkisi vardır.” hipotezi desteklenmiştir. Test edilen yapısal modelde zihinsel döndürme yeteneğinin bilimsel okuryazarlığı hem doğrudan hem de mantıksal düşünme yeteneği üzerinden dolaylı olarak yordadığı kurgulanmış ve yapılan analizler neticesinde bu yordama etkileri doğrulanmıştır. Sadece doğrudan yordama etkileri söz konusu olduğunda zihinsel döndürme yeteneğindeki bir standart sapmalık bir artışın bilimsel okuryazarlık üzerinde 0.13 standart sapmalık bir artışa yol açtığı tespit edilmiştir. Dolaylı etkilerin de içinde olduğu toplam yordama etkileri söz konusu olduğunda zihinsel döndürme yeteneğindeki 1 standart sapmalık bir artışın bilimsel okuryazarlıkta 0.17 standart sapmalık bir artışa yol açtığı tespit edilmiştir.

Modelde bulunan mantıksal düşünme yeteneğini etkileyen toplam 3 değişken mantıksal düşünme yeteneği üzerindeki varyansın %30'unu açıklayabilmiştir. Bu değişkenlerden sadece zihinsel döndürme yeteneği doğrudan mantıksal düşünme yeteneğini yordamıştır.

Alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimi, mental kapasite değişkenleri hem doğrudan hem de dolaylı olarak mantıksal düşünme yeteneğini yordamaktadır. Değişkenler yapmış oldukları etkiler, toplam yordama etkileri açısından değerlendirildiğinde, tüm değişkenlerinin sahip olduğu yordama etkileri istatistiksel olarak anlamlıdır. Değişkenleri yaptığı toplam yordama etkilerini etki büyüklükleri açısından incelediğimizde, alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin ($\beta = 0,49$) büyük düzeyde; mental kapasitenin ($\beta = 0,28$) orta düzeyde; zihinsel döndürme yeteneğinin ($\beta = 0,09$) düşük düzeyde yordama etkisine sahip olduğu görülmektedir (Kline, 2005). Mantıksal düşünme yeteneği üzerine kurulan bu etkileri ifade eden hipotezlerin test sonuçlarına ait bulgular aşağıda sunulmaktadır.

“H5: Bilişsel stillerin mantıksal düşünme yeteneği üzerine anlamlı bir yordama etkisi vardır.” hipotezi desteklenmiştir. Test edilen yapısal modelde alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin mantıksal düşünme yeteneğini hem doğrudan hem de mental kapasite ve zihinsel döndürme yeteneği üzerinden dolaylı olarak yordadığı kurgulanmış ve yapılan analizler neticesinde bu yordama etkileri doğrulanmıştır. Sadece doğrudan etki söz konusu olduğunda alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimindeki bir standart sapmalık bir artışın mantıksal düşünme yeteneği üzerinde 0.31 standart sapmalık bir artışa yol açtığı tespit edilmiştir. Dolaylı etkilerin de içinde olduğu toplam yordama etkisi söz konusu olduğunda alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimindeki 1 standart sapmalık bir artışın mantıksal düşünme yeteneğinde 0.49 standart sapmalık bir artışa yol açtığı tespit edilmiştir.

“H6: Mental kapasitenin mantıksal düşünme yeteneği üzerine anlamlı bir yordama etkisi vardır.” hipotezi desteklenmiştir. Test edilen yapısal modelde mental kapasitenin mantıksal düşünme yeteneğini hem doğrudan hem de zihinsel döndürme yeteneği üzerinden dolaylı olarak yordadığı kurgulanmış ve yapılan analizler neticesinde bu yordama etkileri doğrulanmıştır. Sadece doğrudan yordama etkileri söz konusu olduğunda mental kapasitedeki bir standart sapmalık bir artışın mantıksal düşünme yeteneği üzerinde 0.25 standart sapmalık bir artışa yol açtığı tespit edilmiştir. Dolaylı etkilerin de içinde olduğu toplam yordama etkileri söz konusu olduğunda mental kapasitedeki 1 standart sapmalık bir artışın mantıksal düşünme yeteneğinde 0.28 standart sapmalık bir artışa yol açtığı tespit edilmiştir.

“H7: Zihinsel döndürme yeteneğinin mantıksal düşünme yeteneği üzerine anlamlı bir yordama etkisi vardır.” hipotezi desteklenmiştir. Test edilen yapısal modelde zihinsel döndürme yeteneğinin mantıksal düşünme yeteneğini doğrudan yordadığı kurgulanmış ve

yapılan analizler neticesinde bu yordama etkisi doğrulanmıştır. Sadece doğrudan yordama etkisi söz konusu olduğunda bilişsel stillerdeki bir standart sapmalık bir artışın mantıksal düşünme yeteneği üzerinde 0.09 standart sapmalık bir artışa yol açtığı tespit edilmiştir. Zihinsel döndürme yeteneğindeki 1 standart sapmalık bir artışın mantıksal düşünme yeteneği üzerinde 0.09 standart sapmalık bir artışa yol açtığı tespit edilmiştir.

Modelde bulunan mental kapasite değişkenini yordayan sadece 1 değişken mental kapasite üzerindeki varyansın %31'ini açıklayabilmiştir. Alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimi değişkeni mental kapasiteyi doğrudan ve istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde yordamaktadır. Bu değişkenin yapmış olduğu toplam yordama etkisi ($\beta = 0,57$) büyük etki düzeyindedir. Mental kapasite üzerine kurulan bu yordama etkisini ifade eden hipotezin test sonuçlarına ait bulgular aşağıda sunulmaktadır.

“H8: Bilişsel stillerin mental kapasite üzerine anlamlı bir yordama etkisi vardır.” hipotezi desteklenmiştir. Test edilen yapısal modelde alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin mental kapasiteyi doğrudan yordadığı kurgulanmış ve yapılan analizler neticesinde bu yordama etkisi doğrulanmıştır. Alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimindeki 1 standart sapmalık bir artışın mental kapasite üzerinde 0.56 standart sapmalık bir artışa yol açtığı tespit edilmiştir.

Modelde bulunan zihinsel döndürme yeteneğini etkileyen toplam 2 değişken zihinsel döndürme yeteneği üzerindeki varyansın %21'ini açıklayabilmiştir. Bu değişkenlerden sadece mental kapasite doğrudan bir şekilde zihinsel döndürme yeteneğini yordamaktadır. Alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimi değişkeni hem doğrudan hem de dolaylı olarak zihinsel döndürme yeteneğini yordamaktadır. Değişkenler yapmış oldukları toplam yordama etkileri açısından değerlendirildiğinde, tüm değişkenlerinin sahip olduğu etkiler istatistiksel olarak anlamlıdır. Değişkenleri yaptığı toplam yordama etkileri etki büyüklükleri açısından incelediğimizde, alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin ($\beta = 0,40$) ve mental kapasitenin ($\beta = 0,27$) orta düzeyde yordama etkisine sahip olduğu görülmektedir (Kline, 2005). Zihinsel döndürme yeteneği üzerine kurulan bu yordama etkilerini ifade eden hipotezlerin test sonuçlarına ait bulgular aşağıda sunulmaktadır.

“H9: Alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin zihinsel döndürme yeteneği üzerine anlamlı bir yordama etkisi vardır.” hipotezi desteklenmiştir. Test edilen yapısal modelde alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin zihinsel döndürme yeteneğini hem doğrudan hem de mental kapasite üzerinden dolaylı yordadığı kurgulanmış ve yapılan analizler neticesinde bu yordama etkileri doğrulanmıştır. Sadece doğrudan etki söz konusu olduğunda alan

bağımsızlık bilişsel stil eğilimindeki bir standart sapmalık bir artışın zihinsel döndürme yeteneği üzerinde 0.25 standart sapmalık bir artışa yol açtığı tespit edilmiştir. Dolaylı etkilerin de içinde olduğu toplam yordama etkisi söz konusu olduğunda alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimindeki 1 standart sapmalık bir artışın zihinsel döndürme yeteneğinde 0.40 standart sapmalık bir artışa yol açtığı tespit edilmiştir.

“H10: Mental kapasitenin zihinsel döndürme yeteneği üzerine anlamlı bir yordama etkisi vardır.” hipotezi desteklenmiştir. Test edilen yapısal modelde mental kapasitenin zihinsel döndürme yeteneğini doğrudan yordadığı kurgulanmış ve yapılan analizler neticesinde bu yordama etkisi doğrulanmıştır. Mental kapasitedeki 1 standart sapmalık bir artışın zihinsel döndürme yeteneği üzerinde 0.27 standart sapmalık bir artışa yol açtığı tespit edilmiştir.

4.5.Cinsiyet Değişkenine Göre Modelin Testi

4.5.1.Yapısal Modelin Testi (Kız öğrenciler)

Tüm veri seti kullanılarak oluşturulan model, sadece kız öğrencilerin oluşturduğu örneklem kullanılarak yeniden analiz edilmiştir. Yapılan analizde yukarıda belirtilen 10 hipotez $\alpha=0.05$ anlam düzeyinde test edilmiş olup bu hipotezlerden istatistiksel olarak anlamlı olmayan iki hipotez reddedilmiştir. Yapılan analiz sonucundaki uyum indeksleri sırasıyla $(\chi^2/sd) = 1,29$; RMSEA = 0,03; CFI = 0,96; TLI = 0,95; WRMR = 0,91 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler modelin örnekleminden elde edilen veri ile iyi seviyede uyum gösterdiğini ifade etmektedir.

Değişkenler arasında tanımlanan yol katsayılarının değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığına bakılmış ve yapılan analiz sonuçları Tablo 30’da sunulmuştur.

Tablo 30

*Model Parametrelerinin Standartlaştırılmamış ve Standartlaştırılmış Regresyon**Katsayıları ve Hipotez Testi Sonuçları (Kız öğrenciler)*

Hipotezler	Parametre	Standartlaştırılmamış Regresyon Katsayısı	SE	Standartlaştırılmış Regresyon Katsayısı	Hipotez Sonucu
H1	MDY → BO	0,11*	0,02	0,52	Desteklendi
H2	BS → BO	0,03*	0,01	0,27	Desteklendi
H3	MK → BO	0,01	0,00	0,06	Reddedildi
H4	ZDY → BO	0,02*	0,01	0,15	Desteklendi
H5	BS → MDY	0,17*	0,02	0,39	Desteklendi
H6	MK → MDY	0,07*	0,02	0,20	Desteklendi
H7	ZDY → MDY	0,02*	0,02	0,04	Reddedildi
H8	BS → MK	0,74*	0,05	0,57	Desteklendi
H9	BS → ZDY	0,23*	0,05	0,24	Desteklendi
H10	MK → ZDY	0,20*	0,03	0,28	Desteklendi

*p≤,05

Tablo 30’da görüldüğü gibi mantıksal düşünme yeteneğinin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerindeki yordama etkisi ($\beta = 0,52$, $p \leq 0,05$); alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerindeki yordama etkisi ($\beta = 0,27$, $p \leq 0,05$); zihinsel döndürme yeteneğinin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerindeki yordama etkisi ($\beta = 0,15$, $p > 0,05$); alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin mantıksal düşünme yeteneği üzerindeki yordama etkisi ($\beta = 0,39$, $p \leq 0,05$); mental kapasitenin mantıksal düşünme yeteneği üzerindeki yordama etkisi ($\beta = 0,20$, $p \leq 0,05$); alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin mental kapasite üzerindeki yordama etkisi ($\beta = 0,57$, $p \leq 0,05$); alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin zihinsel döndürme yeteneği üzerindeki yordama etkisi ($\beta = 0,24$, $p \leq 0,05$); mental kapasitenin zihinsel döndürme yeteneği üzerindeki yordama etkisi ($\beta = 0,28$, $p \leq 0,05$) istatistiksel olarak anlamlıdır ve bu hipotezler desteklenmiştir. Modelin sadece kız öğrenciler üzerinden testinde mental kapasitenin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerindeki yordama etkisinin ($\beta = 0,06$, $p > 0,05$) ve zihinsel döndürme yeteneğinin mantıksal düşünme yeteneği üzerindeki yordama etkisinin ($\beta = 0,04$, $p > 0,05$); istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. Sonuç olarak önerilen modelde yer alan tüm yollar istatistiksel olarak anlamlı olmadığı için H11 hipotezi reddedilmiştir.

4.5.2. Toplam, Doğrudan ve Dolaylı Etkiler (Kız öğrenciler)

Dolaylı ve toplam etkileri hesaplamak için yapılan analizler sonucunda elde edilen toplam, dolaylı ve doğrudan etkiler ve bunlara ek olarak modelde tahmin edilen (bağımlı) ve mediatör (yönlendirici) değişkenler için diğer değişkenler tarafından açıklanan varyans yüzdeleri Tablo 31’de verilmiştir.

Tablo 31

Modelde Yer Alan Doğrudan, Dolaylı ve Toplam Etkiler (Kız öğrenciler)

Tahmin Edilen Değişkenler	Tahmin Eden	Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları		
		Doğrudan	Dolaylı	Toplam
Bilimsel Okuryazarlık (R ² = 0,64)	MDY	0,52*	-	0,52*
	BS	0,27*	0,36*	0,63*
	ZDY	0,15*	0,02	0,17*
	MK	0,06	0,15*	0,21*
Mantıksal Düşünme Yeteneği (R ² =0,30)	BS	0,39 *	0,13*	0,52*
	MK	0,20*	0,01	0,21*
	ZDY	0,04	-	0,04
Mental Kapasite (R ² =0,32)	BS	0,57*	-	0,57*
Zihinsel Döndürme Yeteneği (R ² =0,21)	BS	0,24*	0,15*	0,39*
	MK	0,28*	-	0,28*

*p≤,05

Kız öğrencilerin oluşturduğu örneklemden elde edilen verilerin analizi neticesinde yapısal modele ilişkin sonuçlar Tablo 31’de görülmektedir. Tabloda görüldüğü üzere bilimsel okuryazarlığı etkileyen toplam 4 değişkenin, bilimsel okuryazarlık üzerindeki varyansın %64’ünü açıkladığı görülmektedir. Değişkenler hem doğrudan hem de dolaylı olarak bilimsel okuryazarlığı yordamaktadır. Değişkenler, yapmış oldukları toplam yordama etkileri açısından değerlendirildiğinde tümünün sahip olduğu etkiler istatistiksel olarak anlamlıdır. Değişkenlerin bilimsel okuryazarlık üzerine yaptıkları toplam yordama etkilerini, etki büyüklükleri açısından incelediğimizde, mantıksal düşünme yeteneği (β = 0,52) ve alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin (β = 0,63) büyük düzeyde; mental kapasite

($\beta = 0,21$) ve zihinsel döndürme yeteneği ($\beta = 0,17$) orta düzeyde yordama etkisine sahip olduğu görülmektedir (Kline, 2005). Tablo 31’de sadece doğrudan yordama etkilerine bakıldığında mantıksal düşünme yeteneği ($\beta = 0,52$) birinci, alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin ($\beta = 0,27$) ise ikinci sırada bilimsel okuryazarlığın yordayıcısı olduğu görülmektedir. Dolaylı yordama etkilerini de içine alan toplam yordama etkisi incelendiğinde alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin ($\beta = 0,63$), mantıksal düşünme yeteneğine ($\beta = 0,52$) göre daha büyük bir yordama etkisinin olduğu görülmektedir. Benzer şekilde sadece doğrudan yordama etkilerini incelersek mental kapasitenin bilimsel okuryazarlığı yordama etkisinin istatistiksel olarak anlamsız olduğunu ancak dolaylı etkileri de kapsayan toplam yordama etkilerine baktığımız takdirde bu etkinin istatistiksel olarak anlamlı ve hatta orta düzeyde bir yordama etkisine sebep olduğunu görmekteyiz.

Modelde bulunan mantıksal düşünme yeteneğini etkileyen toplam 3 değişken mantıksal düşünme yeteneği üzerindeki varyansın %30’unu açıklayabilmektedir. Bu değişkenlerden sadece zihinsel döndürme yeteneği doğrudan mantıksal düşünme yeteneğini yordamaktadır. Alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimi, mental kapasite değişkenleri hem doğrudan hem de dolaylı olarak mantıksal düşünme yeteneğini yordamaktadır. Değişkenler yapmış oldukları yordama etkileri, toplam yordama etkileri açısından değerlendirildiğinde, sadece alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimi ve mental kapasite değişkenlerinin sahip olduğu yordama etkilerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bu değişkenleri yaptıkları toplam yordama etkileri etki büyüklükleri açısından incelendiğinde, alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin ($\beta = 0,52$) büyük düzeyde etkiye; mental kapasitenin ($\beta = 0,21$) orta düzeyde etkiye sahip olduğu görülmektedir (Kline, 2005). Zihinsel döndürme yeteneğinin, mantıksal düşünme düzeyi üzerindeki yordama etkisi, tüm örneklemin kullanıldığı modelde istatistiksel olarak anlamlı iken, kız öğrencilerin oluşturduğu örneklemden ise istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Modelde bulunan mental kapasite değişkenini anlamlı olarak etkileyen sadece 1 değişken mental kapasite üzerindeki varyansın %32’sini açıklayabilmiştir. Alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimi değişkeni mental kapasiteyi doğrudan ve istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde yordamaktadır. Bu değişkenin yapmış olduğu toplam yordama etkisi ($\beta = 0,57$) büyük etki düzeyindedir.

Modelde bulunan zihinsel döndürme yeteneğini yordayan toplam 2 değişken zihinsel döndürme yeteneği üzerindeki varyansın %21’ini açıklayabilmiştir. Bu değişkenlerden

sadece mental kapasite doğrudan bir şekilde zihinsel döndürme yeteneğini yordamaktadır. Alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimi değişkeni hem doğrudan hem de dolaylı olarak zihinsel döndürme yeteneğini yordamaktadır. Değişkenler yapmış oldukları toplam yordama etkileri açısından değerlendirildiğinde, tüm değişkenlerinin sahip olduğu yordama etkileri istatistiksel olarak anlamlıdır. Değişkenlerin zihinsel döndürme yeteneği üzerinde yaptığı toplam yordama etkileri etki büyüklükleri açısından incelendiğinde, alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin ($\beta = 0,39$) ve mental kapasitenin ($\beta = 0,28$) orta düzeyde yordama etkisine sahip olduğu görülmektedir (Kline, 2005).

4.5.3.Yapısal Modelin Testi (Erkek öğrenciler)

Tüm veri seti kullanılarak oluşturulan modelde sadece erkek örneklemini kullanılarak yeniden analiz edilmiştir. Yapılan analizde yukarıda belirtilen 10 hipotez $\alpha=0.05$ anlam düzeyinde test edilmiş olup bu hipotezlerden istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir hipotez reddedilmiştir. Yapılan analiz sonucundaki uyum indeksleri sırasıyla (χ^2/sd) = 1,05; RMSEA = 0,01; CFI = 0,99; TLI = 0,99; WRMR = 0,79 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler modelin örneklemden elde edilen veri ile iyi seviyede uyum gösterdiğini ifade etmektedir.

Değişkenler arasında tanımlanan yol katsayılarının değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirtmek amacıyla yapılan analizler Tablo 32’de görülmektedir.

Tablo 32

Model Parametrelerinin Standartlaştırılmamış ve Standartlaştırılmış Regresyon

Katsayıları ve Hipotez Testi Sonuçları (Erkek öğrenciler)

Hipotezler	Parametre	Standartlaştırılmamış Regresyon Katsayısı	SE	Standartlaştırılmış Regresyon Katsayısı	Hipotez Sonucu
H1	MDY → BO	0,12*	0,02	0,47	Desteklendi
H2	BS → BO	0,01	0,01	0,09	Reddedildi
H3	MK → BO	0,01*	0,01	0,13	Desteklendi
H4	ZDY → BO	0,02*	0,01	0,16	Desteklendi
H5	BS → MDY	0,09*	0,03	0,21	Desteklendi
H6	MK → MDY	0,12*	0,02	0,32	Desteklendi
H7	ZDY → MDY	0,06*	0,02	0,15	Desteklendi
H8	BS → MK	0,66*	0,05	0,56	Desteklendi
H9	BS → ZDY	0,34*	0,06	0,30	Desteklendi
H10	MK → ZDY	0,26*	0,06	0,27	Desteklendi

*p≤,05

Yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi mantıksal düşünme yeteneğinin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerindeki yordama etkisi ($\beta = 0,47$, $p \leq 0,05$); zihinsel döndürme yeteneğinin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerindeki yordama etkisi ($\beta = 0,16$, $p \leq 0,05$); mental kapasitenin mantıksal düşünme yeteneği üzerindeki yordama etkisi ($\beta = 0,32$, $p \leq 0,05$); zihinsel döndürme yeteneğinin mantıksal düşünme yeteneği üzerindeki yordama etkisi ($\beta = 0,15$, $p > 0,05$); alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin mental kapasite üzerindeki yordama etkisi ($\beta = 0,56$, $p \leq 0,05$); alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin zihinsel döndürme yeteneği üzerindeki yordama etkisi ($\beta = 0,30$, $p \leq 0,05$); mental kapasitenin zihinsel döndürme yeteneği üzerindeki yordama etkisi ($\beta = 0,27$, $p \leq 0,05$) istatistiksel olarak anlamlıdır ve bu hipotezler desteklenmiştir. Alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerindeki yordama etkisi ($\beta = 0,09$, $p > 0,05$); istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Sonuç olarak önerilen modelde yer alan tüm yollar istatistiksel olarak anlamlı olmadığı için H12 hipotezi reddedilmiştir.

4.5.4. Toplam, Doğrudan ve Dolaylı Etkiler (Erkek öğrenciler)

Dolaylı ve toplam etkileri hesaplamak için yapılan analizler sonucunda elde edilen toplam, dolaylı ve doğrudan etkiler ve bunlara ek olarak modelde tahmin edilen (bağımlı) ve mediatör (yönlendirici) değişkenler için diğer değişkenler tarafından açıklanan varyans yüzdeleri aşağıdaki Tablo 33’de verilmiştir.

Tablo 33

Modelde Yer Alan Doğrudan, Dolaylı ve Toplam Etkiler

Tahmin Edilen Değişkenler	Tahmin Eden	Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları		
		Doğrudan	Dolaylı	Toplam
Bilimsel Okuryazarlık ($R^2=0,48$)	MDY	0,47*	-	0,47*
	BS	0,09	0,36*	0,45*
	ZDY	0,16*	0,07*	0,23*
	MK	0,13*	0,21*	0,34*
Mantıksal Düşünme Yeteneği ($R^2=0,31$)	BS	0,20 *	0,25*	0,45*
	MK	0,32*	0,04*	0,36*
	ZDY	0,15*	-	0,15*
Mental Kapasite ($R^2=0,32$)	BS	0,56*	-	0,56*
Zihinsel Döndürme Yeteneği ($R^2=0,25$)	BS	0,30*	0,15*	0,45*
	MK	0,27*	-	0,27*

* $p \leq 0,05$

Erkek öğrencilerin oluşturduğu örneklemden elde edilen verilerin analizi neticesinde yapısal modele ilişkin bulgular Tablo 33’de görülmektedir. Tabloda görüldüğü üzere bilimsel okuryazarlığı yordayan toplam 4 değişken bilimsel okuryazarlığı üzerindeki varyansın %48’ini açıklayabilmiştir. Alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin bilimsel okuryazarlığı doğrudan yordamadığı görülürken diğer değişkenlerin hem doğrudan hem de dolaylı olarak bilimsel okuryazarlığı yordadığı görülmektedir. Değişkenler yapmış oldukları toplam

yordama etkileri açısından değerlendirildiğinde, tüm değişkenlerinin sahip olduğu yordama etkileri istatistiksel olarak anlamlıdır. Değişkenlerin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerine yaptıkları toplam yordama etkileri, etki büyüklükleri açısından incelediğimizde, mantıksal düşünme yeteneği ($\beta = 0,47$) ve alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin ($\beta = 0,45$) büyük düzeyde etkiye; mental kapasite ($\beta = 0,34$), ve zihinsel döndürme yeteneği ($\beta = 0,23$) orta düzeyde etkiye sahip olduğu görülmektedir (Kline, 2005). Tablo'da sadece doğrudan yordama etkilerine baktığımızda mantıksal düşünme yeteneği ($\beta = 0,47$) birinci, zihinsel döndürme yeteneği ($\beta = 0,16$) ikinci sırada; mental kapasite üçüncü sırada ($\beta = 0,13$) bilimsel okuryazarlığın yordayıcısı olarak görülmektedir. Dolaylı etkileri de içine alan toplam yordama etkisini incelediğimizde en dikkat çekici değişim alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimi ile ilgilidir. Çünkü alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin bilimsel okuyazarlık üzerine doğrudan yordama etkisi istatistiksel olarak anlamlı değilken ve yordama etkisi bakımından son sırada yer alırken; toplam etkiler söz konusu olduğunda yordama etkisi düzeyinin mantıksal düşünme yeteneğinden sonra ikinci sırada ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir.

Modelde bulunan mantıksal düşünme yeteneğini yordayan toplam 3 değişken mantıksal düşünme yeteneği üzerindeki varyansın %31'ini açıklayabilmiştir. Bu değişkenlerden sadece zihinsel döndürme yeteneği doğrudan mantıksal düşünme yeteneğini yordamaktadır. Alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin, mental kapasite değişkenleri hem doğrudan hem de dolaylı olarak mantıksal düşünme yeteneğini yordamaktadır. Değişkenler yapmış oldukları yordama etkileri, toplam yordama etkileri açısından değerlendirildiğinde, tüm değişkenlerinin sahip olduğu yordama etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur. Bu değişkenlerin mantıksal düşünme yeteneğine yaptıkları toplam yordama etkileri etki büyüklükleri açısından incelediğimizde, alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin ($\beta = 0,45$) ve mental kapasitenin ($\beta = 0,36$) orta düzeyde; zihinsel döndürme yeteneğinin ($\beta = 0,15$) küçük düzeyde yordama etkisine sahip olduğu görülmektedir (Kline, 2005). Tablo 40'da sadece doğrudan yordama etkilerine bakıldığında mental kapasite ($\beta = 0,32$) birinci, alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimi ($\beta = 0,20$) ise ikinci sırada mantıksal düşünme yeteneğinin yordayıcısı olarak görülmektedir. Dolaylı etkileri de içine alan toplam yordama etkisini incelediğimizde alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin ($\beta = 0,45$), mental kapasiteye ($\beta = 0,36$) göre mantıksal düşünme yeteneğini yordama etkisinin daha büyük olduğu görülmektedir.

Modelde bulunan mental kapasite değişkenini yordayan sadece 1 değişken mental kapasite üzerindeki varyansın %32'sini açıklayabilmiştir. Alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin mental kapasiteyi doğrudan ve istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde yordadığı görülmektedir. Alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin mental kapasite üzerine yapmış olduğu toplam yordama etkisi ($\beta = 0,56$) büyük etki düzeyindedir.

Modelde bulunan zihinsel döndürme yeteneğini yordayan toplam 2 değişken zihinsel döndürme yeteneği üzerindeki varyansın %25'ini açıklayabilmiştir. Bu değişkenlerden sadece mental kapasite doğrudan bir şekilde zihinsel döndürme yeteneğini yordamaktadır. Alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimi hem doğrudan hem de dolaylı olarak zihinsel döndürme yeteneğini yordamaktadır. Değişkenler yapmış oldukları toplam yordama etkileri açısından değerlendirildiğinde, tüm değişkenlerinin sahip olduğu yordama etkileri istatistiksel olarak anlamlıdır. Değişkenleri yaptığı toplam yordama etkilerini etki büyüklükleri açısından incelediğimizde, alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin ($\beta = 0,45$) ve mental kapasitenin ($\beta = 0,27$) orta düzeyde yordama etkisine sahip olduğu görülmektedir (Kline, 2005).

4.6.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 34'de gösterilmektedir.

Tablo 34

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 34'de 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.

4.7.Güç

Bu araştırmada Saris ve Satorra'nın (1993) önerdiği, teorik modelin gücünü hesaplama yaklaşımı kullanılmıştır (akt.Schumacker & 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 (Ek 17). Bu sonuç hipotez testinin gücünün oldukça yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir.

BÖLÜM V

SONUÇ TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde ilk olarak araştırmada elde edilen sonuçlara yer verilmiştir. Sonrasında araştırmanın sonuçları, ilgili alan yazına dayalı olarak tartışılmış ve sonuçlara ilişkin önerilerde bulunulmuştur.

5.1.Model ile İlgili Sonuçlar ve Tartışma

Bu araştırmada, Ankara merkez ilçelerinde öğrenim gören yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlık düzeyleri ile mantıksal düşünme yeteneği, alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimi, mental kapasite ve zihinsel döndürme yeteneği gibi değişkenler arasındaki etkileşimi açıklayan bir model ortaya konmuş ve bu model YEM teknikleri kullanılarak test edilmiştir. Tarama modelinde gerçekleşen bu araştırma, Ankara merkez ilçelerinde (Altındağ, Çankaya, Etimesgut, Keçiören, Mamak, Pursaklar, Yenimahalle) öğrenim gören toplam 823 öğrenciden oluşan yedinci sınıflar ile yürütülmüştür. YEM teknikleri ile yapılan analizler neticesinde teorik modele ilişkin kovaryans matrisi ile örneklem ait kovaryans matrisini kıyaslanmış ve iki kovaryans matrisinin uyumlu olduğu bulunmuştur.

Yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgulara göre, modelde öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin (MDY) alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimlerinin (BS), mental kapasitelerinin (MK) ve zihinsel döndürme yeteneklerinin (ZDY) bilimsel okuryazarlık düzeylerini (BO) doğrudan yordayıcı etkisi vardır. Ayrıca BS, MK ve ZDY'nin mantıksal düşünme yeteneği (MDY) üzerinden dolaylı olarak BO'yu yordadığı bulunmuştur. Aynı zamanda öğrencilerin alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerinde, mental kapasite (MK) ve zihinsel döndürme yeteneği (ZD) değişkenleri vasıtasıyla dolaylı; öğrencilerin mental kapasitelerinin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerine, zihinsel döndürme yeteneği (ZDY), mantıksal düşünme yeteneği (MDY) değişkenleri vasıtası ile dolaylı yordama etkisi olduğu görülmektedir. Modelde yer alan değişkenleri, bilimsel

okuryazarlığı yordama etkisi bakımından sıralandığımızda ilk sırada öğrencilerin alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimleri, sonrasında sırasıyla, mantıksal düşünme yetenekleri, mental kapasiteleri ve zihinsel döndürme yetenekleri gelmektedir. Mantıksal düşünme yeteneği için de benzer bir sıralama bulunmaktadır. Buna göre ilk sırada öğrencilerin alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimleri, sonrasında sırasıyla, mental kapasiteleri ve zihinsel döndürme yetenekleri gelmektedir. Öğrencilerin zihinsel döndürme yeteneğini yordama etkisi bakımından da benzer bir sıralama geçerlidir. İlk sırada öğrencilerin alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimleri, sonrasında mental kapasiteleri gelmektedir. Araştırma sonucunda yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlık puanlarındaki varyansın %55'i; MDY puanlarındaki varyansın % 30'u; mental kapasite puanlarındaki varyansın %31'i; zihinsel döndürme yeteneği puanlarındaki varyansın %21'i araştırmada yer alan değişkenler tarafından açıklandığı görülmektedir.

Araştırma sonuçlarına göre toplam etkiler söz konusu olduğunda, yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlık düzeylerini, mantıksal düşünme yeteneklerini, mental kapasitelerini, zihinsel döndürme yeteneklerini yordama etkisi en güçlü olan değişkenin, alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimi olduğu bulunmuştur. Bu sonuç Witkin vd. (1977) 'in belirttiği üzere, bilişsel stiller yapısının bireylerin tüm faaliyetlerini etkileyen bütüncül bir yapı olduğuna yönelik açıklamalarını destekler niteliktedir. Bilişsel stiller yapısının sahip olduğu bu özellik, yapılan bazı araştırmalarda Bilgiyi İşleme Modeli çerçevesinde ele alınmıştır (Hindal, Reid ve Badgaish, 2009). Yapılan bu araştırmalarda bilişsel stillerin, Bilgiyi İşleme Model'inde bilgiyi işleme sürecinin başlangıcı olarak belirtilen algı süzgeci ile ilgili bir yapı olduğu belirtilmiştir. Nitekim bu araştırmada da alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin, hem bilimsel okuryazarlık hem de diğer bilişsel değişkenleri yordayan, en güçlü dışsal değişken olduğu görülmektedir. Alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimine ilişkin elde edilen bu bulgular, fen eğitimi alanında bilişsel stiller ile ilgili yapılan diğer araştırmaların sonuçları ile paralellik göstermektedir. Bu araştırmalarda, fen başarısının farklı işevuruk tanımlamalarının olmasına rağmen, alan bağımsız bireylerin, alan bağımlı bireylere göre daha başarılı performans sergiledikleri belirtilmiştir (Roth, 1990; Kirk, 2000; Bahar & Hansell, 2000; Bahar, 2003; Karaçam, 2005; Tsaparlis, 2005; Danili & Reid, 2006; Horzum & Alper, 2006; Ongun, 2006; Ateş & Çataloğlu, 2007; Hindal, Reid & Badgaish, 2009; Altınparmak, 2009; Çelik 2010; Karaçam & Ateş, 2010; Sarı, Altınparmak & Ateş, 2013; Çataloğlu & Ateş, 2013; Obianuju, 2012; Onyekuru, 2015; Muhammad, Daniel & Abdurauf,

2015). Bu araştırmada da, öğrencilerin alan bağımsızlık düzeyleri arttıkça, bilimsel okuryazarlık performanslarında artış olduğu bulunmuştur. Alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimini ölçen GSFT'i, öğrencilerin karmaşık bir alandan istenilen şekli bulma düzeylerini ölçmektedir. Bu özellik pek çok eğitimsel faaliyete transfer edilebilmektedir. Örneğin bilimsel okuryazarlığın gereklerinden olan, herhangi bir deneysel araştırmada, pek çok değişken arasından, deney sonuçlarına etki eden bağımsız değişkenleri belirleme; hangi türdeki problemlerin bilimsel araştırmalar vasıtasıyla çözüleceğini belirleme; sosyal medyada bulunan pek çok bilgi kaynağı arasından güvenilir bilgi kaynaklarını belirleme ve karmaşık bağlantılarda gerekli bilgiyi bulup kullanma gibi pek çok faaliyet için alan bağımsız bilişsel stillerin belirtilen özelliğı gerekmektedir. Nitekim bu araştırmada öğrencilerin alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimlerindeki bir standart sapmalık değişimin, bilimsel okuryazarlıkta 0.55 standart sapmalık bir değişime sebep olduğu ortaya çıkmaktadır.

Araştırmada, öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin, mental kapasitelerinin ve zihinsel döndürme yeteneklerinin en güçlü yordayıcısının alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin olduğu bulunmuştur. Bu sonuç hem Yapılandırmacı Operatörler Teorisi'nin açıklamaları hem de ilgili alan yazında yapılan çalışmaların sonuçları ile uyumludur. Öyle ki alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimleri ile öğrencilerin MDY'leri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkilerin olduğu, yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur (Niaz, 1989; Niaz, 1996; Kang, Scharmann, Noh & Koh, 2005; Kypraios ve Papageorgiou, 2014; Kwon & Lawson 2000; Lawson, 1983; Tsitsipis, Stamovlasis & Papageorgiou, 2010; Stamovlasis, 2010; Stamovlasis & Papageorgiou, 2012; Stamovlasis, Tsitsipis & Papageorgiou, 2012; Papageorgiou, Markos & Zarkadis, 2016). Bunlara ek olarak, alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimleri ile öğrencilerin fonksiyonel mental kapasiteleri (Bahar & Hansell, 2000; Hindal, Reid & Badgaish, 2009; Johnstone & Al-Naeme, 1991; Kwon & Lawson 2000; Niaz, 1996; Roth, 1990; Tsaparlis, 2005; Stamovlasis, 2010) ve uzamsal yetenekleri (Hindal, Reid & Badgaish, 2009; Idris, 1998; MacLeod, Jackson, & Palmer, 1986; Piburn, 1980; Schmidt & Scerbo, 2004) arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkilerin olduğu yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur. YOT'a göre, bilişsel bir görevin yerine getirilmesi, bilgiyi işlemeyle ilişkili M operatörü (mental kapasite), mantıksal operatörler ile ilişkili L operatörü (MDY), alan bağımlılık-bağımsızlık ile ilişkili F operatörü gibi zihinsel operatörlerin eylemleriyle gerçekleştirilmektedir (Stamovlasis, 2010). Bilişsel stiller yapısının fonksiyonel mental kapasiteyi yordama etkisi YOT'da açıklanmıştır. Bu açıklamada bireylerin çoğunlukla

mental kapasitelerinin tamamını kullanamadıkları, bazı motivasyonel değişkenler ve bilişsel stiller gibi bireysel farklılıkların bu kapasitenin kullanımını etkileyeceği belirtilmektedir (Pascual-Leone, 1970). Bu açıklamalara göre, bir öğrenci konu ile ilgili ve ilgisiz bilgilerin birlikte sunulduğu bir problem durumu veya bağlam ile karşılaştığında, ilgisiz bilgiler potansiyel mental kapasitenin bir kısmını kullanmakta ve ilgili bilgilerin işlenmesi için daha az alan kalmış olmaktadır. Bu durumda problem ile ilgili bilgileri, ilgisiz bilgiden kolay ayırt edebilen alan bağımsız öğrencilerin, kullanılabilecek fonksiyonel mental kapasiteleri daha fazla olmaktadır (Johnstone & Al-Naeme, 1991). Bazı araştırmalarda bilişsel stiller ve mental kapasite arasındaki ilişki, Bilgiyi İşleme Modeli çerçevesinde açıklanmaktadır (Hindal, Reid & Badgaish, 2009). Bu açıklamalarda, Bilgiyi İşleme Modeli'nde yer alan algı süzgeci, alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimi ile ilgili bir yapı olarak; fonksiyonel mental kapasite ise modelde yer alan çalışma hafızası kapasitesinin bir bileşeni olarak ele alınmakta ve alan yapısının fonksiyonel mental kapasite üzerindeki yordama etkisi açıklanmaktadır. Bu çalışmada, Witkin vd. (1977) tarafından bireylerin tüm alanlardaki faaliyetlerini etkilediği belirtilen bilişsel stiller yapısının, zihinsel döndürme yeteneği üzerindeki yordama etkisinin de istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur. Bu sonuç daha önce yapılan araştırmaların sonuçları ile paralellik göstermektedir (Hindal, Reid & Badgaish, 2009; Idris, 1998; MacLeod, Jackson, & Palmer, 1986; Schmidt & Scerbo, 2004). Daha önceki bölümlerde belirtildiği üzere öğrencilerin, zihinsel döndürme ile ilgili etkinlikleri yaparken holistik ve analitik olmak üzere iki farklı stratejiyi kullandıkları tespit edilmiştir (Geiser, Lehmann & Eid, 2006; Harle & Towns, 2011; Lohman, 1984; Janssen & Geiser, 2010). Holistik stratejiyi kullanan öğrenciler cismi bir bütün olarak algılayarak tamamını zihinde döndürebilmekte iken analitik stratejiyi kullanan bireyler ise cismi parça parça döndürmeye çalışmaktadırlar. Yapılan araştırmalar, holistik stratejiyi kullanan bireylerin zihinsel döndürme etkinliklerini daha kısa zamanda tamamladıklarını, analitik stratejiyi kullanan bireylerin çevredeki detaylara odaklandığı için döndürme işlemini tamamlamaları için daha uzun zamana ihtiyaç duyduklarını ortaya koymaktadır (Heil & Jansen-Osmann, 2008; Hirnstein vd., 2009; Kail, Carter & Pellegrino, 1979; Janssen & Geiser, 2010). Zihinsel döndürme etkinliklerinin yapısı düşünüldüğünde, çevredeki alandan bir öğeyi kolaylıkla soyutlanması ve çevresel gereksiz uyarlardan etkilenilmemesi durumunda döndürme işleminin daha kısa sürede yapılacağı söylenebilmektedir. Bu açıdan bakıldığında bireylerin sahip oldukları alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin, zihinsel döndürme etkinlikleri esnasında kullanacakları strateji seçimini etkileyeceği ve dolayısıyla zihinsel döndürme

etkinliklerindeki başarılarının değişeceği düşünülmektedir. Nitekim araştırmanın sonuçları da bu açıklamayı destekler niteliktedir.

Bu araştırmadan elde edilen araştırma sonuçları, yukarıda belirtilen teorik açıklamaları destekler niteliktedir. Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimindeki bir standart sapmalık değişim, mental kapasite puanlarında aynı yönde 0,57 standart sapmalık; mantıksal düşünme yeteneklerinde 0.49 standart sapmalık; zihinsel döndürme yeteneklerinde 0.40 standart sapmalık bir değişime sebep olmaktadır. Daha önce de belirtildiği gibi bilişsel stiller yapısı zaman içinde istikrarlı olan ve verilecek eğitsel faaliyetler ile çok fazla değiştirilemeyen bir yapı olarak tanımlanmaktadır (Witkin vd., 1977). Bireylerin alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimindeki değişimin gerek bilimsel okuryazarlık gerekse diğer bilişsel değişenler üzerinde sebep olduğu toplam yordama etkilerinin, büyük ve orta etki kategorisinde olduğu göz önüne alındığında (Kline, 2005, s. 122), alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin göz ardı edilmemesi gereken bir değişken olduğu söylenebilir. Eğitimcilerin olarak öğrencilerin sahip olduğu bilişsel stiller yapısının farkında olması, öğretim ortamı ve materyallerin farklı bilişsel stillerlerdeki öğrencilerin özelliklerine göre tasarlaması, öğrencilerin hem doğrudan hem de mantıksal düşünme yetenekleri, fonksiyonel mental kapasiteleri ve zihinsel döndürme yetenekleri üzerinden bilimsel okuryazarlık düzeylerinin geliştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, toplam etkiler söz konusu olduğunda yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlık düzeylerini istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yordayan ikinci sıradaki değişkenin, öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneği olduğu bulunmuştur. Bu sonuç öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeyinin artırılması için mantıksal düşünmenin gerekli olduğunu ifade etmektedir. Öyle ki, araştırma bulgularına göre mantıksal düşünme yeteneğindeki bir standart sapmalık değişim, bilimsel okuryazarlıkta aynı yönde 0.51 standart sapmalık bir değişime sebep olmaktadır. İstatistiksel olarak bu etki, büyük etki kategorisinde yer almaktadır (Kline, 2005, s. 122). Değişkenlerin kontrolü ve teşhisi, orantısal, olasılıksal, ilişkisel ve kombinasyonel akıl yürütme süreçlerini 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. Çünkü öğrencilerin bilimsel yöntemleri kullanarak cevaplandırılacak soruları belirleyebilmesi, bu sorunun içerisindeki değişkenleri belirleyebilmesi, bilimsel

olguları tanımlayarak bu olgular arasındaki ilişkilerin farkına varabilmesi, bilimsel bir araştırma deseni hakkında eleştirel bir bakış açısına sahip olabilmesi, araştırmadan elde edilen kanıtlara dayanarak sonuçları değerlendirebilmesi, bilimsel sonuçları günlük yaşama uygulayabilmesi, her hangi bir konu hakkında karar vermede bilimin rolünü anlayabilmesi, politik kararların altında yatan bilimsel konuları anlayabilmesi, bilimsel raporların geçerliliğini değerlendirmek için sorular sorabilmesi, bilimsel raporların kaynağını sorgulayabilmesi, bilimde matematiği kullanabilmesi ve bilimde matematiğin uygulamalarını anlayabilmesi için, mantıksal düşünme yeteneği kapsamında tanımlanan akıl yürütme süreçlerini kullanabilmeleri gerektiği düşünülmektedir.

MDY'nin fen başarısı ile olan ilişkisinin araştıran çalışmalar incelendiğinde ise, fen başarısı ile MDY arasında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Bu araştırmalarda, fen başarısının öğrencilerin dönem sonunda fen dersinden aldığı notları, ulusal sınavlardaki fen bölümünden alınan puanları (Aksu & Berberoglu, 1991; Güler, 2010; Göçer, 2014; Hinojosa, 2015; Mwamwenda, 1993; Moody, 1990; Vadapally, 2014; Valanides, 1997); fen konularına ilişkin problem çözme becerileri (Adigwe, 1993; Ateş & Çataloğlu 2007; Cavallo, 1996; Koray & Azar, 2008; Liberman & Hudson, 1979; Niaz & Lawson, 1985; Niaz & Robinson, 1993; Temel, 2010); kavramsal anlama düzeyleri (Abraham & Williamson, 1994; Ateş & Çataloğlu 2007; 2002; Cavallo, 1996; Gabel, Samuel & Humm, 1987; Kwon & Lawson, 2000; Steer, Mccornell, Owens, 2006; Niaz & Robinson, 1993; Tekkaya & Yenilmez, 2006; Yenilmez, Sungur, Tekkaya, 2006; Ünal, Bayram & Sökmen, Coletta & Phillips, 2005; Sökmen & Bayram, 1999) ya da bilimsel süreç becerileri (Lawson, Nordland & Devito, 1975; Tobin & Capie, 1982a) olarak tanımlandığı görülmektedir. Bu araştırmaların bir kısmında MDY'nin diğer bilişsel değişkenlerle birlikte, fen başarısını yordama düzeyi araştırılmış ve MDY'nin fen başarısını yordayan en güçlü değişkenlerinden biri olduğu bulunmuştur (Lawson, 1983; Niaz & Lawson, 1985; Gabel, Samuel & Humm, 1987; Chandran, Treagust & Tobin, 1987; Niaz & Robinson, 1993; Griffin, 1997; Johnson & Lawson, 1998; Kang vd., 2005; Kwon & Lawson, 2000; Ünal, Bayram & Sökmen, 2002; Boufaoude, Salloum & El-Khalick, 2004; Tekkaya & Yenilmez, 2006; Yenilmez, Sungur, Tekkaya, 2006; Stamovlasis, Tsitsipis & Papageorgiou, 2009; Devetak & Glazar, 2009). MDY ile ilgili çalışmalar incelendiğinde bu yeteneğin kavramsal anlamaya kıyasla matematiksel işlemler gerektiren algoritmik problemleri çözme becerisini yordayıcı etkisinin daha güçlü olduğu görülmektedir (Cavallo

1996, Niaz & Robinson, 1993). Lawson (1983) fen başarısı matematiksel hesaplama gerektiren işlemsel soruların çözümü şeklinde ölçüldüğü takdirde, mantıksal düşünme yeteneğinin başarının en iyi yordayıcısı olan değişken; fen başarısı açık uçlu sorular ile ölçülmüşse, mental kapasitenin başarının en iyi yordayıcısı olan değişken olduğunu belirtmektedir. Bilişsel stiller, tüm ölçüm formatlarında, başarıyı istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yordayan bir değişken olarak ifade edilmektedir. Lawson'a göre, matematiksel hesaplamalar gerektiren sorulardaki fen başarısının en iyi yordayıcısının mantıksal düşünme yeteneği olması tesadüf değildir çünkü bu sorularda ilişkisel, olasılıksal, kombinasyonel ve orantısal akıl yürütme gibi mantıksal düşünme yeteneklerinin bileşenlerinden birisinin varlığı gereklidir. Açık uçlu soruların çok fazla sayıda bilgi biriminin aynı anda işlenmesini gerektirdiği için mental kapasitenin fen başarısının en iyi yordayıcısı olarak bulunduğu belirtilmektedir. Bilişsel stillerin ise tüm başarı ölçümlerinde fen başarısının yordayıcısı olduğu belirtilmektedir (Lawson, 1983).

Bu araştırmada, alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin bilimsel okuryazarlık düzeyini yordayan en güçlü değişken olarak görünmesinin çeşitli sebepleri olabileceği düşünülmektedir. Bunlardan biri, YEM tekniklerinin diğer istatistiksel tekniklerden farklı ve güçlü yönleriyle ilgili olabilir. Daha önce de belirtildiği gibi, birçok istatistiksel analiz ile sadece doğrudan etkileri yorumlama olanağına sahipken, YEM teknikleri dolaylı etkileri de yorumlayabilmeye olanağı sağlamaktadır. Bu şekilde bir değişkenin başka bir değişken üzerinde yapacağı toplam yordama etkisi görülebilmektedir. Alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin doğrudan yordama etkisi söz konusu olunca, alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimindeki bir standart sapmalılık değişimin, bilimsel okuryazarlık puanları üzerinde 0.20 standart sapmalılık bir değişime sebep olduğu bulunmuştur. Mantıksal düşünme yeteneği açısından ise bu değişim 0.51 standart sapmalılık değişime karşılık gelmektedir. Sadece doğrudan etkiler söz konusu olursa bilimsel okuryazarlığı yordayan en güçlü değişken MDY olarak bulunmuştur. Bu durum ilgili alan yazın ile de uyumludur. Ancak alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin diğer bilişsel değişkenler ile en fazla etkileşen bir değişken olduğu için, bu değişkenler üzerinden dolaylı olarak da bilimsel okuryazarlık üzerinde 0.35 standart sapmalılık bir değişime daha sebep olmaktadır. Bunun sonucunda bilişsel stiller toplam 0.55 standart sapmalılık değişimle bilimsel okuryazarlığı yordayan en güçlü değişken olmaktadır. Bunun diğer bir açıklaması ise fen başarısını tanımlama şekli ile ilgili olabilir. MDY, fen başarısı genellikle matematiksel hesaplama gerektiren problem çözme yeteneği olarak

tanımlandığında, başarının en güçlü yordayıcısı olmaktadır (Cavallo 1996, Lawson, 1983; Niaz & Robinson, 1993). Bu araştırmada fen başarısı Fives vd. (2014)'nin çalışmalarında tanımladığı gibi, bireylerin her hangi bir bilim alanının doğası ve süreçleri hakkında bilgi sahibi olmaları, bu şekilde de de bilimi pragmatik ve anlamlı bir şekilde günlük yaşamda kullanılabilmeleri şeklinde tanımlanmıştır. Bu tanım kapsamında bilimin rolü, bilimsel düşünme ve hareket etme, bilim ve toplum arasındaki ilişkiler ve bilimde matematik kullanımı boyutlarını içeren bilimsel okuryazarlık, matematiksel hesaplama gerektiren problem çözme yeteneğinden oldukça farklıdır. Hem YEM tekniklerinin sahip oldukları istatistiksel avantajlar hem de fen başarısının bilimsel okuryazarlık olarak tanımlanması, MDY'nin bilimsel okuryazarlığı yordama gücünün ikinci sırada olmasına sebep olduğu düşünülmektedir.

MDY, bilimsel okuryazarlığı yordama gücü açısından ikinci sırada yer alsa da, bilimsel okuryazarlık üzerindeki yordama gücü büyük etki kategorisinde yer almaktadır. Bu durum öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeyini arttırabilmek için bu değişkenin oldukça önemli olduğunu göstermektedir. Bu alanla ilgili yapılan çeşitli çalışmalar bu yeteneğin çeşitli öğretimsel faaliyetler ile geliştirilebilir nitelikte olduğunu ortaya koymuştur (Aka, 2012; Bozdoğan, 2007; Daempfle, 2006; Jensen, 2008; Johnson & Lawson, 1998; Marušić – Sliško, 2011; Monteyne, 2004; Shayer & Adey, 1992; Sert Çıbık, 2006; Saunders & Shepardson, 1987; Yaman, 2005). Daempfle (2006) yaptığı araştırmada, ERIC ve Psychlit veri tabanları vasıtasıyla makaleler ve tez özetlerine ulaşarak üniversitede biyolojiye giriş dersine katılan öğrencilerin MDY'lerini geliştirmeye yönelik yapılan öğretimsel faaliyetleri içeren araştırmaların sonuçlarını derlemiştir. Bu derleme sonucunda, sorgulama tabanlı, işbirliğine dayalı yaklaşımların ve laboratuvarların kullanılmasının öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneğini geliştirdiği; mantıksal düşünme patternlerinin doğrudan öğretimi ve öğretim için ayrılan zamanın bu yeteneğin gelişimini pozitif yönde etkilediği; yazı yazmayı vurgulayan araştırma temelli ve geleneksel olmayan işbirliğine dayalı öğretim yöntemlerinin, yazmayı vurgulamayan yöntemlerden daha etkili olduğu belirtilmektedir. Mantıksal düşünme yeteneğinin geliştirmek için, araştırma sorgulamaya dayalı öğretim yöntemlerinin, geleneksel öğretim yöntemine kıyasla daha etkili olduğu farklı çalışmalarda da ortaya konulmuştur (Jensen, 2008; Marušić –Sliško, 2011; Aka, 2012). Bu durumun Piaget'in bilişsel gelişim teorisi ile uyumlu olduğu düşünülmektedir. Çünkü teoriye göre öğrenciler fikirlerini açıklayabileceği, alternatif açıklamalar yapabileceği, fikirlerini test

edebileceği öğretime maruz kaldıklarında, kendi akıl yürütme süreçlerindeki eksikliği fark edip bunu geliştirme yönünde ilerleyebilmektedirler. Sunuma veya bilgiyi aktarmaya dayalı öğretimin yapıldığı sınıflarda öğrenciler kendi iç çatışmalarını çözmeye motive olamamaktadır. Bunun yerine, zamanlarını ilgili bilgileri ezberlemek için kullanmaktadırlar. Jensen (2008) tarafından yapılan araştırmanın diğer bir bulgusu da geleneksel öğretim yönteminin uygulandığı sınıflarda, heterojen olan (MDY'ye göre alınan puanlar karışık) grupların, homojen (MDY'ye göre alınan puanlar birbirine yakın) olan gruplara göre MDY'deki başarıları daha yüksekken; araştırma sorgulamaya dayalı öğretim yönteminin uygulandığı gruplarda homojen gruplardaki öğrencilerin MDY'deki başarı ortalamaları daha yüksek olduğu bulunmuştur. MDY puanı düşük olan öğrenciler ise gruplama homojen, öğretim yöntemi ise araştırma sorgulamaya dayalı olduğunda, MDY puanlarında önemli artışlar elde etmişlerdir. Araştırmacılar, bu durumun açıklamasının, Piaget'in kuramında bulunduğunu belirtmektedirler. Araştırmacılara göre, MDY puanı daha az olan öğrencilerin bulunduğu homojen gruplarda araştırma sorgulamaya dayalı öğretim yöntemi kullanıldığında, var olan problemi çözmek için neredeyse eşit oranda mücadeleye girmek zorunda kaldıklarını, bu durumun ise gelişimsel ilerleme sağlamaya yardımcı olduğu düşünülmektedir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, toplam etkiler söz konusu olduğunda, yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlık düzeylerini istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yordayan üçüncü sıradaki değişken, öğrencilerin fonksiyonel mental kapasiteleridir. Bu sonuç, öğrencilerin bilimsel okuryazarlık başarılarının arttırılması için, fonksiyonel mental kapasitelerinin önemli olduğunu ifade etmektedir. Öyle ki araştırma bulgularına göre öğrencilerin fonksiyonel mental kapasitelerindeki bir standart sapmalık değişim bilimsel okuryazarlıkta aynı yönde 0.25 standart sapmalık bir değişime sebep olmaktadır. İstatistiksel olarak bu etki, orta büyüklükteki etki kategorisinde yer almaktadır (Kline, 2005, s. 122). Yapılandırmacı Operatör Teorisi'ne göre, yaşla birlikte artan ve yaş içi varyans gösterebilen mental kapasitenin öğrencilerin başarılarını etkileyen önemli bir değişken olduğu vurgulanmaktadır (Pascual-Leone ve Goodman, 1979). Araştırmanın sonuçları hem YOT'un açıklamaları ile uyumlu hem de bu alan ile ilgili yapılan çalışmaların sonuçları ile uyumludur (Boufaoude, Salloum & El-Khalick, 2004; Hindal, Reid & Badgaish, 2009; Johnstone & Al-Naeme, 1991; Kwon & Lawson, 2000; Lawson, 1983; Niaz, 1988a, Niaz, 1996; Overton & Potter, 2011; Roth, 1990; Tsaparlis, 2005; Stamovlasis, 2009; St Clair-Thompson, Overton

& Bugler, 2012). Bu alanda daha önce yapılan araştırmalarda, mental kapasitenin öğrencilerin fen başarılarını, mantıksal düşünme yeteneklerini ve uzamsal yeteneklerini istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkilediği belirtilmektedir. Bazı araştırmalarda ise, mental kapasitenin fen başarısını yordama etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görölmektedir (Boufaoude, Salloum & El-Khalick, 2004; Chandran, Treagust & Tobin, 1987). Bu araştırmalar incelendiğinde, Roth (1990) tarafından yapılan bir araştırmada, mental kapasitenin karmaşık veya hesaplama gerektiren sorulardan oluşan testlerde fen başarısının iyi düzeyde yordayıcısı olduğunu, ancak basit hesaplama gerektiren sorularda yordama etkisinin olmadığı belirtilmektedir. Benzer şekilde Niaz (1988a) problemlerin mental talebi arttıkça, mental kapasitenin başarıyı yordama gücünün de artacağını belirtmektedir. Overton ve Potter (2011) tarafından yapılan araştırmada da, hem algoritmik hem de zengin bir bağlamı olan açık uçlu problemlerin çözümünde öğrencilerin mental kapasitesi ve başarıları arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir ilişkinin bulunduğu belirtilmektedir. Overton ve Potter (2011) tarafından yapılan araştırmada, açık uçlu sorularda yüksek puan alan öğrencilerin, mental kapasitesi yüksek olan öğrenciler olduğu görölmektedir. Araştırmanın bu sonucu algoritmik problemlerden ziyade, açık uçlu olan problemlerde mental kapasitenin başarı üzerindeki etkisinin daha anlamlı olduğu şeklinde yorumlanmaktadır. Benzer sonuçlar St Clair-Thompson vd.'in (2012) çalışmalarında da görölmektedir. Boufaoude vd. (2004) ve Chandran vd. (1987)'in yaptığı araştırmaların sonuçları ilgili alanyazın ile uyuşmamaktadır. Chandran vd. (1987) bu durumu yeterli istatistiksel gücü sağlayan bir örnekleme ulaşılamamasından kaynaklanabileceğini belirtmektedir. Boufaoude vd. (2004) ise araştırmalarının yapıldığı örneklemin, ölkelerindeki sınav sistemi gereği algoritmik problemleri çözme konusunda olduğu uzmanlaşmış olmalarından ve öğrencilerin geliştirdiği stratejilerden dolayı, öğrencilerin mental kapasitelerinin başarıyı yordama gücünün zayıflamış olabileceğini belirtmektedirler.

Öğrencilerin fonksiyonel mental kapasiteleri, öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerinin dışında, mantıksal düşünme yeteneklerini ve zihinsel döndürme yeteneklerini de istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yordayan bir değişkendir. Araştırma bulgularına göre öğrencilerin fonksiyonel mental kapasitelerindeki bir standart sapmalı değişim, mantıksal düşünme yeteneklerinde 0.28; zihinsel döndürme yeteneklerinde 0.27 standart sapmalı bir değişime sebep olmaktadır. İstatistiksel olarak bu yordama etkileri, orta etki kategorisinde yer almaktadır (Kline, 2005, s. 122). Daha önceki bölümlerde açıklandığı gibi, yapılan

araştırmalarda, bireylerin uzamsal yeteneklerinin çalışma hafızası kapasitesinin bir fonksiyonu olduğu belirtilmektedir (Hegarty & Waller, 2006, p.141; Miyake vd., 2001). Bu açıklamalara göre, çalışma hafızası fazla olan bireyler, uzamsal bilginin depolanması ve bilginin işlenmesi için hafızada daha fazla alana sahip olmaktadırlar (Carpenter vd., 1999; Just & Carpenter, 1985). Bu durum ise, bireylerin uzamsal yetenek performanslarını olumlu yönde etkilemektedir (Miyake, 2001). Bu araştırmada ele alınan, mental kapasitenin çalışma hafızasının bir bileşeni olduğu düşünüldüğünde (Pascual-Leone ve Johnson, 2005, 2011), alışma hafızası ve uzamsal yetenek arasında bulunan nedensel ilişkinin, mental kapasite ve uzamsal yetenek arasında da görüleceği ngrlmştr. Araştırmanın sonuçları, bu ngry destekler niteliktedir. Bu sonuç öğrencilerin birçok olgu veya kavramı aynı anda işleme kapasitelerinin, nesneleri içinde bulunduğu düzlemde veya derinlikte dndrdklerinde nasıl grneceklerini hayal edebilme yeteneklerini etkilediğini göstermektedir. Araştırmadan elde edilen bir diğer sonuç öğrencilerin mental kapasitelerinin, mantıksal düşünme yeteneklerini orta düzeyde yordamasıdır. Bu sonuç, ilgili alanyazın ile de paralellik göstermektedir (Boufaoude, Salloum & El-Khalick, 2004; Kwon & Lawson, 2000). MDY'nin bileşenleri göz önüne alındığında bu durum beklenen bir sonuç olarak görülmektedir. Çünkü bir bireyin olasılıklar üzerinden akıl yürütebilmesi, değişkenler arasındaki orantıyı, ilişkiyi ele alabilmesi, tüm kombinasyonları düşünerek akıl yürütebilmesi için, fonksiyonel mental kapasitenin önemli bir yapı olduğu düşünülmektedir. Fonksiyonel mental kapasitesi yüksek olan bireyler, belirtilen bu süreçleri etkili bir şeklide işleyebileceklerdir.

Pascual-Leone'nin (1970) YOT'da belirtildiği üzere, bireyin mental kapasitesi, birçok olgu veya kavramı aynı anda işleme yeteneğini tanımlayan bilişsel bir değişken olarak açıklanmaktadır. Bu teoriye göre, etkinlik ne kadar karmaşık olursa, mental kapasite talebi de o kadar fazla olacağı belirtilmektedir. Ayrıca teoride, bireyin mental kapasitesi ve etkinliğin mental talebi arasındaki farkın önemi vurgulanmaktadır. Nitekim bu alanla ilgili yapılan çalışmalar, teoride belirtilen bu özellikleri destekler niteliktedir. Yapılan alışmalar, problemin karmaşıklığı (mental talebi) arttıa ğrenci performansının düştüğünü; problemin mantıksal yapısı değiştirilmeden, mental talebinde yapılan ufak müdahalelerin, ğrenci performansında artışlara neden olduğunu göstermektedir (Lawson, 1983; Johnstone & El-Banna, 1986; Niaz, 1988a, b; Niaz & Robinson, 1992; Tsaparlís, Kousathana & Niaz, 1998; Tsaparlís, 1998; Tsaparlís & Angelopoulos, 2000; Boujaoude,

Salloum & Abd-El-Khalick, 2004; Danili & Reid, 2004). Teoride, motivasyonel değişkenlerin ve bilişsel stillerin fonksiyonel mental kapasiteyi etkileyeceği de belirtilmektedir (1970). Bu araştırmanın sonuçları teoriyi desteklemektedir. Öğrencilerin alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimlerindeki artışların mental kapasite puanlarındaki farklılaşmaya yol açtığı görülmektedir. Öğrencilerin alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimlerindeki bir standart sapmalık değişim, mental kapasite puanlarında aynı yönde 0.57 standart sapmalık değişime sebep olmaktadır. İstatistiksel olarak bu yordama etkisi, büyük etki kategorisinde yer almaktadır (Kline, 2005, s. 122). Öğrencilerin bilişsel stilleri ve etkinliklerin mental talebi ile ilgili özelliklerden yola çıkan araştırmacılar, etkinliklerden gereksiz olan bilgilerin çıkarılması yoluyla, alan etkisini azaltmaya çalışmışlar ve bu şekilde öğrenci performansında yükselmelerin olduğunu gözlemlemişlerdir (Danili ve Reid, 2004). Derslerde yapılan etkinliklerin bağlam veya yaşam temelli olması yoluyla da gereksiz veya fazladan bilgilerin azaltılması ile alan etkisinin azaltılacağı ve sosyal bağlamın artırılması vasıtasıyla da öğrenci motivasyonlarında artışların olacağı ve bu şekilde de öğrenci performansında yükselmelerin olacağı düşünülmektedir. Bunların dışında, etkinliklere mental talebi düşük olan sorulardan başlanılması sayesinde de öğrencilerin soru çözümünde gerekli stratejileri öğrenmelerine olanak sağlanarak, daha sonraki sorular için öğrenci motivasyonunun artırılacağı belirtilmiştir (Tsaparris ve Angelopoulos, 2000). Her iki müdahale sonucunda da öğrencilerin fonksiyonel mental kapasitelerinde alan oluşacak ve bu durumun neticesinde de öğrenci başarısında olumlu yönde gelişme sağlanacağı düşünülmektedir. Görüldüğü üzere, yapısal mental kapasiteye müdahale edilemese de, yukarıda belirtilen stratejilerle fonksiyonel mental kapasitesinde alan oluşturulabilmektedir. Bu sebeple, öğrenci performansında önemli bir değişken olan fonksiyonel mental kapasite kavramının öğretmenler tarafından bilinmesi ve bahsedilen stratejilerle bilinçli bir şekilde fonksiyonel mental kapasitesinde yer açıp, öğrencilerin hem doğrudan hem de dolaylı olarak mantıksal düşünme yetenekleri ve zihinsel döndürme yetenekleri üzerinden bilimsel okuryazarlık düzeylerinin geliştirilmesine katkı sağlanabileceği düşünülmektedir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, toplam etkiler söz konusu olduğunda, yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlık düzeylerini istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yordayan dördüncü sıradaki değişken, öğrencilerin zihinsel döndürme yetenekleridir. Araştırma bulgularına göre, öğrencilerin zihinsel döndürme yeteneklerindeki bir standart sapmalık değişim, bilimsel okuryazarlıkta aynı yönde 0.17 standart sapmalık bir değişime sebep olmaktadır. İstatistiksel olarak bu yordama etkisi, orta büyüklükte etki kategorisinde

yer almaktadır (Kline, 2005, s. 122). Uzamsal yetenek, pek çok disiplinde başarı üzerinde bir etkiye sahiptir. Bu alanla ilgili yapılan birçok araştırma, uzamsal yetenek ile Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (FeTeMM) disiplinlerindeki öğrenci performansı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin bulunduğunu göstermektedir (Uttal & Cohen 2012, s. 147-181). Fen bilimleri dersi uzamsal yeteneğin en çok kullanıldığı derslerden birisi olmakla birlikte, bu yetenek fen derslerindeki öğrenci başarısının da önemli yordayıcılarından birisidir. Buna ek olarak, öğrencilerin uzamsal yetenek performansları, yıllar sonraki fen ve matematik alanlarındaki sahip olunacak başarıyı da yordayabilmektedir. Shea, Lubinski ve Benbow (2001) yaptıkları çalışmada, bir grup öğrenciyi yedinci sınıftan 33 yaşına kadar, 20 yıl boyunca takip etmişlerdir. Bu çalışmada yedinci sınıfta tespit edilen uzamsal yetenek performanslarının 20 yıl sonraki eğitim ve mesleğe ilişkin performansları yordadığı savunulmaktadır. ABD’de Ulusal Bilim Kurulu’nun (The National Science Board, 2010) hazırladığı raporda, ABD’de yapılan öğrenci değerlendirmelerinin sözel ve matematik yeteneklere yoğunlaşmış olduğu ve bununla birlikte FeTeMM alanlarındaki üstün başarıyı en çok etkileyen değişken olan uzamsal yeteneklerin göz ardı edildiği bildirilmektedir (s.9). Aynı raporda, matematik ve sözlü yeteneği değerlendiren sınavlarda, uzamsal yetenek açısından %1’lik en üst dilimde yer alan öğrencilerin %70’inin bu değerlendirmeler sonucunda tespit edilemediği belirtilmektedir (Wai, Lubinski ve Benbow, 2009’dan aktaran The National Science Board, 2010). Raporda, yapılan değerlendirmeler neticesinde tespit edilemeyen bu öğrencilerin, FeTeMM alanlarında doktora düzeyinde olan öğrencilerin %90’ını oluşturduğu gibi, bu alanlardaki yenilikleri oluşturma potansiyeline sahip kayıp bir kaynağı oluşturduğu belirtilerek, uzamsal yetenek alanına gereken önemin verilmesi üzerinde durulmaktadır. Öyle ki Wai vd. (2009) FeTeMM alanlarındaki uzamsal yetenek araştırmalarına ilişkin meta-analiz çalışmasında bir bireyin FeTeMM alanlarında ilerleme ihtimalinin uzamsal yeteneğin bir fonksiyonu olarak artacağını belirtmektedirler. Uttal, Miller ve Newcombe (2013a), uzamsal yetenek, FeTeMM alanları ve Amerika eğitim sistemi üzerine yaptığı derleme çalışmasında, uzamsal düşünme etkinliklerini içeren bir fen müfredatının, gelecekte FeTeMM alanlarına yönelecek birey sayısını arttıracığını belirtmektedir. Bu durumun, aynı zamanda, bireylerin bilim ve matematik okuryazarlığını geliştirmek için önemli bir araç olarak kullanılabileceği düşünülmektedir (Khine, 2017). Bu çalışmada, uzamsal yeteneğin en önemli bileşenlerinden birisi olan zihinsel döndürme yeteneği ele alınmıştır. Bireyler, nesneleri içinde bulunduğu düzlemde veya derinlikte döndürdüklerinde nasıl görüneceklerini hayal edebilme düzeylerini ifade eden zihinsel

döndürme yeteneğini, günlük hayatta pek çok etkinlikte kullanmaktadır. Buna ek olarak, fen bilimleri dersleri kapsamında yer alan pek çok konuda, bu yeteneğin aktif olarak kullanılması gerekmektedir. Nitekim bu alan ile ilgili yapılan pek çok araştırma, bu yeteneğin fen başarısı ile olan ilişkisini ortaya koymaktadır (Alkan & Erdem, 2011; Black, 2005; Bodner & McMillen, 1986; Carter, LaRussa, Bodner, 1987; Ganley, Vasilyeva & Dulaney, 2014, 2011; Guillot, Champley, Batier, Thiriet & Collet, 2007; Kozhevnikov, Motes & Hegarty, 2007; Vorstenbosch vd., 2013). Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar ilgili alan yazın ile uyumludur. Uzamsal yeteneği yüksek olan bir bireyin, sadece fizik, kimya, biyoloji ve geometri problemlerini çözmede başarılı olmasını beklemek yetersiz olacaktır. Bu bireylerin, olayları farklı bakış açılarından, çok yönlü olarak ele alabildikleri düşünülmektedir. Çünkü farklı bilim dalları arasındaki karşılıklı ilişkileri daha kolay fark edebilen bireylerin, uzamsal yeteneği gelişmiş kişiler olduğu belirtilmektedir (Gardner, 1983). Görüldüğü gibi FeTeMM uygulamalarının entegre edildiği alanlarda başarıya ulaşma açısından bu yeteneğin geliştirilmesi önem arz etmektedir. Sonuç olarak, bilimsel okuryazarlığının gereklerinden olan, olgular arasındaki ilişkilerin farkına varma, bilimsel bilgiyi günlük yaşama uygulama, politik kararların altında yatan bilimsel konuları anlama, bilimsel raporların geçerliliğini sorgulama gibi pek çok faaliyet için, zihinsel döndürme yeteneğinin etkili olduğu düşünülmektedir.

Öğrencilerin zihinsel döndürme yetenekleri, öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerinin yanı sıra mantıksal düşünme yeteneklerini de istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yordayan bir değişkendir. Araştırma bulgularına göre, öğrencilerin zihinsel döndürme yeteneklerindeki bir standart sapmalık değişim, mantıksal düşünme yeteneklerinde 0,10 standart sapmalık bir değişime sebep olmaktadır. İstatistiksel olarak bu yordama etkisi, küçük etki kategorisinde yer almaktadır (Kline, 2005, s. 122). Araştırmada, görsel nesneleri zihinlerinde tutarak kolaylıkla manipüle edebilen bireylerin, hem somut hem de soyut olaylar hakkında akıl yürütmelerini gerektiren etkinliklerde, daha yüksek puan alacağı düşünülmektedir. Nitekim, uzamsal yetenek puanları yüksek olan bireylerin, mantıksal düşünme yetenek testlerinden aldıkları puanların da yüksek olduğu görülmektedir (G. Hacıömeroğlu, E.S. Hacıömeroğlu, 2017; Jiang, 2008; Kayhan, 2005; Tai vd., 2003). Araştırma sonucunun ilgili alan yazın ile paralel olduğu görülmektedir.

5.2.Modelin Cinsiyet Boyutu ile İlgili Sonuçları ve Tartışma

Bu çalışmanın amaçlarından biride cinsiyet grupları açısından teorik modelin test edilmesidir. Araştırma bulgularına göre toplam etkiler açısından kız öğrencilerin oluşturduğu örnekleme, yukarıda belirtilen etkiler içinde sadece zihinsel döndürme yeteneğinin, mantıksal düşünme yeteneği üzerine olan yordama etkisi, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış, diğer yordama etkileri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Erkek öğrencilerin oluşturduğu örnekleme, yukarıda belirtilen tüm yordama etkileri, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Araştırma sonucunda, yedinci sınıfta okuyan kız öğrencilerin bilimsel okuryazarlık puanlarındaki varyansın %64'ü araştırmada yer alan mantıksal düşünme yeteneği, mental kapasite, alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimi ve zihinsel döndürme yeteneği değişkenleri tarafından açıklanmıştır. Benzer şekilde, yedinci sınıfta okuyan erkek öğrencilerin bilimsel okuryazarlık puanlarındaki varyansın %48'i araştırmada yer alan mantıksal düşünme yeteneği, mental kapasite, alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimi ve zihinsel döndürme yeteneği değişkenleri tarafından açıklanmıştır.

Cinsiyet değişkenini dikkate alınarak test edilen iki modelde, dikkat çekici bazı farklılıklar bulunmaktadır. Kız öğrencilerden oluşan örnekleme, teorik model test edildiğinde, bilimsel okuryazarlık için açıklanan varyans %64 iken erkek öğrenciler için bu oran %48'dir. Bu farklılığı açıklamak için her iki model incelendiğinde, öğrencilerin alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimi ve mental kapasitelerin bilimsel okuryazarlığı doğrudan ve dolaylı yoldan yordama dereceleri açısından, kız ve erkek öğrenciler arasında belirgin bir farklılaşmanın olduğu görülmektedir. Kız öğrencilerin alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin, bilimsel okuryazarlığa yordama etkisi büyük etki kategorisinde yer alırken ($\beta = 0,63$); erkek öğrencilerde bu etki, orta düzeyde etki ($\beta = 0,45$) kategorisinde yer almaktadır. Bir diğer farklılık ise, mental kapasite puanları ile alakalıdır. Her iki grupta da mental kapasitenin bilimsel okuryazarlığı yordama etkisi orta etki kategorisinde yer almasına rağmen, kız öğrenciler için bu değer $\beta = 0,21$; erkek öğrenciler için $\beta = 0,34$ düzeyindedir. Her iki cinsiyet grubundaki modeller için bir diğer farklılık, mantıksal düşünme yeteneğine ait etkiler ile ilgilidir. Kız öğrencilerin oluşturduğu örnekleme, zihinsel döndürme yeteneğinin mantıksal düşünme yeteneğini yordama etkisi istatistiksel olarak anlamsızken, erkek öğrencilerin oluşturduğu örnekleme, bu etki anlamlıdır ve orta etki kategorisindedir. Ek olarak, her iki grupta da mental kapasitenin, mantıksal düşünme yeteneği üzerindeki yordama etkisi orta etki kategorisinde yer almasına rağmen, kız öğrenciler için bu değer $\beta = 0,21$; erkek

öğrenciler için $\beta = 0,36$ düzeyindedir. Bu değişikliklerin dışında diğer değişkenler açısından, cinsiyet grupları arasında belirgin bir farklılaşma görülmemektedir.

Araştırmada, cinsiyet grupları arasında gözlemlenen sonuçlar arasında en dikkat çekici olanı kız öğrencilerin oluşturduğu örnekleme, alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin bilimsel okuryazarlığı yordama etkisinin erkek öğrencilerden daha büyük olmasıdır. Sadece doğrudan etkiler incelendiği takdirde erkek öğrencilerin oluşturduğu örnekleme alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin yordama etkisinin istatistiksel olarak anlamsız olduğu görülmektedir. Bu araştırmada kız ve erkek öğrenciler arasında alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimi arasında gözlenen fark, kızlar lehine istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş olsa da teorik modelin test edilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar, kız ve erkek öğrencilerin alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığının ötesinde bir bilgi sunmaktadır. Modelden elde edilen sonuç kız öğrencilerin alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin bilimsel okuryazarlık düzeyleri üzerindeki yordama etkisinin, erkeklere göre daha büyük olduğunu ifade etmektedir. İlgili alan yazında sıklıkla kız ve erkek öğrencilerin alan bağımlı alan bağımsız bilişsel stilleri arasındaki farklılığa değinilmiştir. Bu araştırmaların bazılarında, kız ve erkek öğrencilerin bilişsel stiller ölçümlerinde aldıkları puanlar arasındaki farkın oldukça küçük olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı olmadığı (Horzum & Alper, 2006; Maghsudi, 2007; Witkin vd., 1977), bazılarında ise bu farkın erkekler lehine daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Kirk, 2000; Onyekuru, 2015). Bu araştırmada elde edilen sonuç, kız öğrencilerin alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin bilimsel okuryazarlık puanlarında erkek öğrencilere göre daha büyük bir yordama etkisine sebep olacağını ifade etmektedir. Bu durumun sonucunda eğitimciler olarak öğrencilerimizin sahip olduğu bilişsel stiller yapısının farkında olarak, öğretim ortamı ve materyallerin farklı bilişsel stillerin özelliklerine göre tasarlanması sayesinde, özellikle kız öğrencilerin alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimlerinde olabilecek artışların bilimsel okuryazarlık başarısını daha çok yordayacağı düşünülmektedir.

Araştırmada önerilen teorik model, kız ve erkek öğrencilerin oluşturduğu örneklemede test edildiğinde, kız öğrencilerin oluşturduğu örnekleme sadece zihinsel döndürme yeteneğinin mantıksal düşünme yeteneği üzerine olan yordama etkisi, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış, teorik modelde yer alan diğer yollar (path) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Erkek öğrencilerin oluşturduğu örnekleme ise, teorik modelde yer alan tüm yollar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Zihinsel döndürme yeteneğinin mantıksal

düşünme yeteneği üzerine olan olumlu olan yordama etkisi, daha önce yapılan araştırmalar ile ortaya konulmuştur (G.Hacıömeroğlu, E.S. Hacıömeroğlu 2017; Jiang, 2008; Kayhan, 2005; Tai vd., 2003). Bunların dışında bu alan ile ilgili yapılan pek çok araştırmada erkeklerin kız öğrencilere zihinsel döndürme etkinliklerinde daha iyi performans gösterdiği belirtilmektedir (Hirnstein, Bayer, & Hausmann, 2009; Linn & Petersen, 1985; Maeda & Yoon, 2013; Pietsch & Jansen, 2012; Sorby, 2009; Titze, Jansen, & Heil, 2010; Voyer, Voyer, & Bryden, 1995; Yıldız, 2009). Bu araştırmada yapılan betimsel analizler neticesinde, erkek öğrencilerin kızlara göre daha iyi bir performans gösterdiği görülmekle birlikte, gruplar arasındaki bu farklılık istatistiksel olarak anlamsızdır. Bu araştırmada elde edilen sonuçlar, teorik modelde yer alan zihinsel döndürme yeteneğinin, mantıksal düşünme yeteneğini yordama etkisinin kız öğrencilerin oluşturduğu örneklem için istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermektedir. Erkek öğrenciler için bu etki, istatistiksel olarak anlamlı olmakla birlikte, küçük etki kategorisinde yer almaktadır. Araştırmanın bu sonucu, araştırmada kullanılan MDYT'nin içeriği ile alakalı olabileceği düşünülmektedir (Tobin & Capie, 1981). Bu test, günlük hayatta gözlenebilen olaylara ilişkin akıl yürütme süreçlerini içeren sorulardan oluşmaktadır. Zihinsel döndürme yeteneği ise bireylerin görsel nesneleri zihinlerinde tutularak manipüle edilebilmelerini sağlamaktadır. Bu sebeple, araştırma kapsamında yer alan ortaokul öğrencilerinin zihinsel döndürme yeteneklerinin, günlük hayatta gözlemlenen olaylar hakkında akıl yürütme sürecinde aktif olarak kullanılmamış olabileceği düşünülmektedir. Lawson, Piaget tarafından geliştirilen bilişsel gelişim evrelerinin yeniden düzenlenmesini önermiş ve bu çerçevede soyut işlemler dönemini, kendi içinde iki alt döneme ayırmıştır. Bu dönemlerden ilki, günlük hayatta gözlemlenebilen olaylara ilişkin akıl yürütme süreçlerini içerirken, ikicisi günlük hayatta gözlemleyemediğimiz soyut olaylara ilişkin akıl yürütme süreçlerini içermektedir. Lawson, bu yeni tanımlama çerçevesinde, daha önce geliştirmiş olduğu Mantıksal Düşünme Sınıf Testi'ni yeniden revize etmiştir (Lawson, Clark, Meldrum- Cramer, Falconer, Sequist, Kwon, 2000). Bu test ortaokul öğrencilerinden ziyade lise ve üniversite öğrencilerine yönelik olarak hazırlandığı için bu araştırmada kullanılmamıştır. Bu araştırma Lawson'un belirttiği sınıflandırma dikkate alınarak, ortaokullara yönelik geliştirilmiş olan bir MDY testi kullanılarak yapılsaydı zihinsel döndürme yeteneğinin mantıksal düşünme yeteneğini yordama etkisinin daha büyük olacağı düşünülmektedir.

Cinsiyet grupları arasında elde edilen bir diğer bulgu; erkek öğrencilerin oluşturduğu örnekleme mental kapasitenin bilimsel okuryazarlık ve mantıksal düşünme yeteneğini yordama etkisi kız öğrencilerden daha büyük bulunmuş olmasıdır. Bu alan ile ilgili yapılan çalışmalarda, farklı cinsiyet gruplarının mental kapasiteleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olmadığı belirtilmektedir (Hindal, 2007; Hindal, Reid & Whitehead, 2013). Bu çalışmada elde edilen sonuç, cinsiyet grupları arasında bulunan farklılaşmadan ziyade, mental kapasitenin bilimsel okuryazarlığı ve mantıksal düşünme yeteneğini yordama etkisinin büyüklüğü ile alakalıdır. Daha önce de bahsedildiği gibi, etkinliklerden gereksiz bilgilerin çıkarılması ve öğrencilerin motivasyonlarının artırılması vasıtasıyla, fonksiyonel mental kapasitenin artırılmasını sağlayan stratejiler sayesinde, öğrencilerin fonksiyonel mental kapasitelerinde olabilecek artışlarının erkek öğrencilerin bilimsel okuyazarlık ve mantıksal düşünme yeteneği performansını kız öğrencilere göre daha fazla yordayacağı görülmektedir.

5.3.Öneriler

Bu bölümde araştırma sonuçlarının, fen eğitimi alanındaki uygulamacılara ve araştırmacılara yönelik öneriler sunulmaktadır.

5.3.1.Fen Eğitimi Alanındaki Uygulamacılara Yönelik Öneriler

Ülkemizdeki Fen Bilimleri Dersi öğretim programının vizyonunun, tüm bireyleri bireysel farklılıkları ne olursa olsun, bilimsel okuryazar olarak yetiştirmek olduğu düşünüldüğünde, bu çalışmada ele alınan bilişsel bireysel farklılıkların, öğrencilerin bilimsel okuryazarlık başarıları üzerindeki yordama etkisini ele alan modelin gerek müfredat geliştiriciler, gerek bu alanda araştırma yapan araştırmacılar, gerekse öğretmenler açısından ilham verici olduğu düşünülmektedir. Öyle ki öğrencilerimizi bilimsel okuryazar bireyler olarak yetiştirebilmek için, bu çalışmada belirtilen bilişsel değişkenlerin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerindeki yordayıcı katkısını dikkate alarak düzenlenecek faaliyetlerin daha etkili olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada, yedinci sınıf öğrencilerinin sahip olduğu bilişsel özelliklerin bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerindeki ve bilişsel boyuttaki bireysel farklılıkların birbiri ile etkileşimini gösteren bir model ortaya konulmuştur. Araştırmada ortaya konulan bu

modelde, fen eğitimi ile ilgili çalışmalarda çoğunlukla değinilmeyen çeşitli bilişsel değişkenlerin, bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerindeki yordayıcı etkisi ele alınmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, Ankara’da ki devlet okullarında, yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlık düzeyine en fazla etki eden değişkenin alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin olduğu görülmüştür. Fen bilimleri öğretmenlerinin, alan bağımlı/alan bağımsız bilişsel stillerden kaynaklanan öğrenme önündeki engellerin farkında olmaları ve yeni öğretim materyallerini onlara sunarken, bu hususu göz önünde bulundurmaları, önem teşkil etmektedir. Daha önceki bölümlerde bahsedildiği gibi, öğretim esnasında kullanılacak öğretim materyallerinin organize edilmesi, etkinliklerde ilgisiz veya karmaşık bağlamları önem sırasına göre sadeleştirilmesi alan bağımlı öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştıracaktır. Çünkü alan bağımlı öğrenciler, bir olguya ilişkin daha az önemli olan özelliklere de odaklanmaktadır. Bu sebeple öğretmenlerimizin, öğrencilerin okul ders kitaplarına çalışırken ya da sınıftaki öğretim materyalini kullanırken, öğrencilerin merkezi fikirlere odaklanmasını sağlayacak düzenlemeleri yapmaları önemlidir. Düz anlatım yönteminin uygulandığı derslerde sunulan pek çok bilgi arasından önemli olanları ayırt etmek, alan bağımlı öğrenciler için oldukça zordur. Bu öğrenciler tüm bilgileri işlemeye çalıştıkları için de fonksiyonel mental kapasitelerini verimli bir şekilde kullanamamaktadır. Alan bağımsız öğrenciler için gerekli bilgileri ayırt etmek göreceli olarak daha kolay olduğu için, mental kapasite kullanımı daha verimli olmaktadır. Ayrıca ders içinde tartışma, işbirliğine dayalı öğretim yöntemleri gibi sosyal etkileşimi fazla olan öğretim yöntemlerinin de kullanılması, alan bağımlı öğrencilerin sahip olduğu bu dezavantajı engellemeye yardım edecektir. Öğretmenler olarak sınıftaki her öğrenciye uygun öğretim yöntemini uygulamak oldukça zordur. Ancak, öğretmenlerin az da olsa farklı öğretim ve değerlendirme tekniklerini kullanması bazı bireysel farklılıklardan kaynaklanan dezavantajları indirmeye yardımcı olacaktır.

Araştırma sonuçlarına göre, Ankara’da ki devlet okullarındaki yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlık düzeylerine en fazla yordayıcı etkisi olan 2. faktörün MDY olduğu görülmüştür. Fen bilimleri öğretmenlerinin, öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerini geliştirmelerini sağlayacak uygulamalara önem vermeleri gerekmektedir. Daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi, fen bilimleri öğretmenlerinin, geleneksel öğretim yöntemine kıyasla, araştırma sorgulama tabanlı, işbirlikçi öğrenme yöntemlerini, laboratuvar tekniğini

aktif olarak kullanmaları, öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneğinin geliştirilmesi ve dolaylı olarak bilimsel okuryazarlık düzeylerinin gelişmesi açısından önem taşımaktadır.

Araştırmada, yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlık düzeylerine en fazla yordama etkisi olan 3. faktörün, fonksiyonel mental kapasite olduğu görülmüştür. Bu sonuç bize, ülkemizde yapılan fen eğitimi araştırmalarında çok sık ele alınmayan bu değişkene, müfredat geliştiricilerin, araştırmacıların ve öğretmenlerin dikkat etmesi gerektiğini göstermektedir. Çünkü bu değişken, hem doğrudan hem de dolaylı olarak öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerini önemli düzeyde yordamaktadır. Fen bilimleri öğretmenlerinin kullandıkları öğretim materyalleri ve değerlendirme tekniklerinde, bu değişkenin etkisini dikkate alarak hareket etmeleri öğrenci başarısını olumlu yönde etkileyecektir. Öğrencilerin fonksiyonel mental kapasiteleri, alan bağımlı/ alan bağımsız bilişsel stiller ve motivasyonel değişkenlerle doğrudan ilgilidir. Bu sebeple etkinliklerden gereksiz olan bilgilerin çıkarılması yoluyla, alan etkisi (bilişsel stiller) azaltılarak, öğrencilerin fonksiyonel mental kapasitelerini daha verimli kullanmalarına olanak sağlayacaktır. Bunlara ek olarak, etkinliklere mental talebi düşük olan soru ve konulardan başlanması, öğrencilerin ilgili konuda gerekli stratejileri öğrenmelerine olanak sağlanacaktır. Stratejilerin öğrenilmesi sonucunda, stratejiler için gerekli olan mental kapasite, daha sonraki etkinliklerde kullanılmayacaktır ve öğrenciler mental kapasitelerinin büyük bölümünü problemi anlamak için kullanacaklardır. Aynı zamanda öğrencilerin motivasyonları artmış olacağı için, fonksiyonel mental kapasitelerini daha etkili kullanabilecekleri düşünülmektedir.

Yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlık düzeylerine en fazla yordama etkisi olan 4. faktörün zihinsel döndürme yeteneği olduğu görülmüştür. Ülkemizdeki gerek ilköğretim gerekse ortaokul müfredatlarında, zihinsel döndürme yeteneğinin geliştirilmesine katkı sağlayan etkinliklere yeterli düzeyde yer verilmemektedir. Öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeyine yordayıcı etkisi olan bu yetenek, çeşitli öğretimsel faaliyetlerle geliştirilebilmektedir. Kullanılan somut materyaller, eğitsel içerikli bilgisayar oyunları ya da motor becerilerin eğitimi içeren etkinlikler, bu yeteneğin geliştirilmesini sağlamaktadır. Bu yetenek ile ilgili öğretimsel faaliyetlerin okul öncesi dönemde başlatılması, zihinsel döndürme yeteneğinin gelişimi açısından çok önemlidir. Bu sebeple bütüncül bir bakış açısıyla, zihinsel döndürme yeteneğinin, gelecekteki bilimsel okuryazarlığı başarısı için öneminin farkına vararak, müfredat geliştirme çalışmalarının bu doğrultuda yapılandırılmasının önemli olduğu düşünülmektedir.

5.3.2.Fen Eğitimi Alanındaki Araştırmacılara Yönelik Öneriler

Bu araştırmada, sadece belirli bilişsel değişkenler ele alınmıştır. Bu değişkenlerin dışında sadece duyuşsal değişkenlerin ele alındığı ya da hem bilişsel hem de duyuşsal değişkenlerin birlikte ele alındığı yeni modellerin test edilmesi, öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeyini çok yönlü olarak ele almamızı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca, araştırmadan elde edilen sonuçları ülkemize genelledebilmek için farklı bölgelerdeki ve farklı sınıf seviyesindeki öğrencilere de uygulanması önerilmektedir.

Bu araştırmanın sonuçları bize, araştırmada yer alan bilişsel değişkenlerin, bilimsel okuryazarlık başarısını, orta ve büyük etki düzeyinde yordadığını göstermektedir. Bu araştırmada ortaya konulan model ile öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeyini yordayan bilişsel değişkenlerin etkileşiminin, teşhis edildiği düşünülmektedir. Bu açıdan, bu bilişsel değişkenlerin çeşitli öğretim yöntemleri ile olan etkileşiminin bilimsel okuryazarlık düzeylerine olan etkisini araştıran, Yetenek-Uygulama Etkileşimi (Aptitude-Treatment Interaction) araştırmalarının yapılmasının, fen eğitimcileri için daha açık bir reçete sunacağı düşünülmektedir.

Bu araştırmanın bağımlı değişkenlerinden birisi olan bilimsel okuryazarlığı Fives vd. (2014) tarafından yapılan sınıflandırma dikkate alınarak ele alınmıştır. Araştırmacıların yaptığı sınıflandırmada bilimin rolü, bilimsel düşünme ve hareket etme, bilim ve toplum, bilim ve medya okuryazarlığı, bilimde matematik temaları, bilimsel okuryazarlık boyutu içinde ele alınmıştır. Bu temalar, ülkemizde 2013 yılında yeniden düzenlenmiş olan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yapılan sınıflandırmanın, beceri ve fen-teknoloji-toplum-çevre boyutlarına vurgu yapmaktadır. Daha sonra yapılacak araştırmalarda, bu araştırmada test edilen model, bilimsel okuryazarlığın bilgi ve duyuş boyutlarını da kapsayan farklı bir ölçme aracı kullanılarak test edebileceği düşünülmektedir.

Bu araştırma, Bölüm 5.2'de belirtildiği gibi Lawson'un mantıksal düşünme yeteneği için yapmış olduğu sınıflandırma dikkate alınarak, ortaokullara yönelik geliştirilmiş olan bir MDY testi kullanılarak yapılsaydı zihinsel döndürme yeteneğinin mantıksal düşünme yeteneğini yordama etkisinin daha büyük olacağı düşünülmekle birlikte bu durumun araştırmacılar için bir öneri olabileceği düşünülmektedir.

Araştırmada, öğrencilerin alan bağımsızlık bilişsel stil eğiliminin ve fonksiyonel mental kapasitelerinin, bilimsel okuryazarlık düzeyi üzerindeki yordama etkisinin önemli düzeyde

olduğu bulunmuştur. Bu sebeple derslerde kullanılacak öğretim materyallerinin (yazılı, görsel, interaktif vd.), bu bireysel farklılıklardan kaynaklanan etkiyi düzenleyecek şekilde hazırlanması gerekmektedir. Bu amaçla geliştirilen ders kitaplarının ve diğer öğretim materyallerinin etkisinin bu değişkenler açısından incelenip, verimliliğinin çapraz kontrolünün önemli olduğu düşünülmektedir.

Bu araştırmada alan bağımsızlık bilişsel stil eğilimleri ile bilimsel okuryazarlık puanları arasında cinsiyet grupları arasında gözlenen farklılığın “mediated moderation” gibi analiz yöntemleri ile incelenmesinin, bu değişkenlerinin cinsiyet grupları açısından doğasını daha etkili bir şekilde anlaşılmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

- Abraham, M. R., Williamson, V. M., & Westbrook, S. L. (1994). A cross-age study of the understanding of five chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(2), 147-165. DOI: 10.1002/tea.3660310206.
- Adigwe, J. C. (1993). Some correlates of nigerian students' performances in chemical problem-solving. *Research in Science & Technological Education*, 11(1), 39-48.
- Agostino, A., Johnson, J., & Pascual-Leone, J. (2010). Executive functions underlying multiplicative reasoning: Problem type matters. *Journal of Experimental Child Psychology*, 105, 286-305. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2009.09.006>.
- Ahioğlu-Lindberg-Lindberg, E. N. (2011). Piaget ve ergenlikte bilişsel gelişim. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 19(1), 1-10. http://www.kefdergi.com/pdf/19_1/19_1_1.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Ak, M. Ö. (2007). *Jean piaget düşüncesinde psikolojik yapılar. (Yüksek Lisans Tezi)*. <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Aka, E. İ. (2012). *Asitler ve bazlar konusunun öğretiminde kullanılan probleme dayalı öğrenme yönteminin farklı değişkenler üzerine etkisi ve yönteme ilişkin öğrenci görüşleri. (Doktora tezi)*. <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Akgün, Ö. (2010). *Öğretmen adaylarının fen ve teknoloji laboratuvarına ilişkin görüşleri ve bilimsel okuryazarlığı. (Yüksek lisans tezi)*. <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Aksu, M. ve Berberoglu, G. (1991). *Mantıksal düşünmenin belli değişkenlere göre incelenmesi. Eğitimde Arayışlar I. Sempozyumunda Sunulmuş Bildiri. İstanbul: Kültür.*

- Alkan, F., & Erdem, E. (2011). A study on developing candidate teachers' spatial visualization and graphing abilities. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 3446–3450. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.04.316>.
- Alpar, R. (2013). *Uygulamalı çok değişkenli istatistiksel yöntemler* (2. Basım). Ankara: Detay.
- Altıparmak, M. (2009). *Alan bağımlı ve alan bağımsız bilişsel stillere sahip öğrencilerin kuvvet ve hareket konularındaki başarıları ile başarıyı ölçmek için kullanılan testlerin içeriği ve formatı arasındaki ilişkinin araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for scientific literacy*. New York: Oxford University Press. Retrieved from <http://www.project2061.org/publications/bsl/online/index.php?intro=true>.
- American Association for the Advancement of Science (2012). *A framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington: National Academia Press. Retrieved from <https://books.google.com.tr>.
- American Psychological Association. (2002). *Developing adolescents: A reference for professionals*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Anagün, S. S. (2008). *İlköğretim besinci sınıf öğrencilerinde yapılandırmacı öğrenme yoluyla fen okuryazarlığının geliştirilmesi: bir eylem araştırması*. (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Anderson, J. C., & Gerbing, D. W. (1988). Structural equation modeling in practice: A review and recommended two-step approach. *Psychological Bulletin*, 103(3), 411. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download>.
- Araz, G., & Sungur, S. (2007). The interplay between cognitive and motivational variables in a problem-based learning environment. *Learning and Individual Differences*, 17(4), 291-297. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2007.04.003>.
- Aslanyavrusu, Y. (2013). *Ortaöğretim 9.sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlık düzeylerinin belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.

- Ates, S., & Cataloglu, 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.
- Atkins, H., Moore, D., Sharpe, S. & Hobbs, D. (2001). Learning style theory and computer mediated communication. *World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications Proceedings*. Retrieved from <https://www.learntechlib.org>.
- Bacanak, A. (2002). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen okuryazarlıkları ile fen -teknoloji toplum dersinin uygulanışını değerlendirmeye yönelik bir çalışma*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Baddeley A. (2001). Is Working Memory Still Working? *American Psychologist*, 56, 849–864. Retrieved from <https://www.simplypsychology.org>.
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556-559. Retrieved from <https://www.cs.indiana.edu/~port/HDphonol/Baddely.wkg.mem.Science.pdf>
- Baddeley, A. (1998). Random generation and the executive control of working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 51(4), 819-852. DOI: 10.1080/713755788
- Baddeley, A.D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423. Retrieved from [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2).
- Baddeley, A.D., and G. Hitch. (1974). *Working memory*. In G.H. Bower (ed.), *The psychology of learning and motivation*. New York: Academic.
- Baenninger, M., & Newcombe, N. (1989). The role of experience in spatial test performance: A meta-analysis. *Sex Roles*, 20(5), 327–344. Retrieved from [researchgate.net](https://www.researchgate.net).
- Bahadır, E. (2011). *İlköğretim 8. Sınıf “maddenin halleri ve ısı ünitesi”nin öğretiminde işbirlikli öğrenme temelli bilimsel mektupların kullanılmasının öğrencilerin tutum, başarı ve bilimsel-okuryazarlıklarına etkisinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- 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. Retrieved from <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/87844>.

- Bahar, M., & 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. <http://dx.doi.org/10.1080/713663739>.
- Baker, D. R. (2004). Focus on science literacy: the role of writing and speaking in the construction of scientific knowledge. *Eurasian Journal of Educational Research (EJER)*, 16, 1-7. Retrieved from <http://www.ejer.com.tr>.
- Bao, L., Cai, T., Koenig, K., Fang, K., Han, J., Wang, J., ... & Wu, N. (2009). Learning and scientific reasoning. *Science*, 323(5914), 586-587. DOI: 10.1126/science.1167740.
- Başaran, M. (2005). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Bilgi Okuryazarlıklarının Değerlendirilmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(3), 63–177. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/77234> sayfasından erişilmiştir.
- Baykul, Y. (2000). *İlköğretimde matematik öğretimi*, Ankara: Pegem.
- Bayrak, M. E. (2008). *Investigation of effect of visual treatment on elementary school student's spatial ability and attitude toward spatial ability problems*. (Master Thesis). Retrieved from <https://tez.yok.gov.tr>.
- Benjamin, T. E., Marks, B., Demetrikopoulos, M. K., Rose, J., Pollard, E., Thomas, A., & Muldrow, L. L. (2017). Development and Validation of Scientific Literacy Scale for College Preparedness in STEM with Freshmen from Diverse Institutions. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(4), 607-623. DOI: 10.1007/s10763-015-9710-x.
- Bentler, P. M. (1995). *EQS structural equations program manual*. Retrieved from <http://84.89.132.1/~satorra/CourseSEMVienna2010/EQSManual.pdf>
- Bereiter, C., & Scardamalia, M. (1979). Pascual-Leone's m construct as a link between cognitive-developmental and psychometric concepts of intelligence. *Intelligence*, 3,41-63. [https://doi.org/10.1016/0160-2896\(79\)80005-7](https://doi.org/10.1016/0160-2896(79)80005-7).
- Black, A. A. (2005). Spatial ability and earth science conceptual understanding. *Journal of Geoscience Education*, 53, 402–414. Retrieved from <http://nagt-jge.org>.
- Black, A. A. J. (2003). *Spatial abilities, Earth science conceptual understanding, and psychological gender of university non-science majors*. (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://search.proquest.com>.

- Bloch, E. (1986). Basic research and economic health: The coming challenge. *Science*, 232, 595-600. DOI: 10.1126/science.232.4750.595
- Blüchel, M., Lehmann, J., Kellner, J., & Jansen, P. (2013). The improvement in mental rotation performance in primary school-aged children after a two-week motor-training. *Educational Psychology*, 33(1), 75-86. DOI: 10.1080/01443410.2012.707612.
- Bodner, G. M., & McMillen, T. L. B. (1986). Cognitive restructuring as an early stage in problem solving. *Journal of Research in Science Teaching*, 23, 727–737. DOI: 10.1002/tea.3660230807.
- Bollen, K.A. (1989). *Structural equations with latent variables*, New York: John Wiley & Sons, Inc.
- BouJaoude, S., Salloum, S., & 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. <http://dx.doi.org/10.1080/0950069032000070315>
- Bozdoğan, A. (2007). *Fen bilgisi öğretiminde çalışma yaprakları ile öğretimin öğrencilerin fen bilgisi tutumuna ve mantıksal düşünme becerilerine etkisi*. (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Bull, R., & Espy, K. A. (2006). Working memory, executive functioning, and children's mathematics. *Working Memory and Education*, 93-123. Retrieved from <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1029&context=dcnlfacpub>.
- Bybee, R. W. (2008). Scientific literacy, environmental issues, and PISA 2006: The 2008 Paul F-Brandwein lecture. *Journal of Science Education and Technology*, 17, 566 – 585. DOI: 10.1007/s10956-008-9124-4
- Bybee, R.W. (1997a). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Bybee, R.W. (1997b). Toward an understanding of scientific literacy. In W. Gräber & C. Bolte (Eds.), *Scientific literacy* (pp. 37-68). Kiel: IPN.

- Byrne, B. M. (2010). *Structural equation modeling with amos: basic concepts, applications, and programming*. New York: Routledge.
- Cakan, M. (2003). Cross-cultural aspect of the group embedded figures test: Norms for Turkish eighth graders. *Perceptual and Motor Skills*, 97(2), 499-509. DOI: 10.2466/pms.2003.97.2.499.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: a survey of factor-analytic studies*; England: Cambridge University Press. Retrieved from <https://www.amazon.com>.
- Carter, C. S., LaRussa, M. A., & Bodner, G. M. (1987). A study of two measures of spatial ability as predictors of success in different levels of general chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 24, 645–657. DOI: 10.1002/tea.3660240705.
- Case, R. (1992). Neo-Piagetian theories of child development. *Intellectual development*, 161-196.
- Case, R., D.M. Kurland, and J. Goldberg. 1982. Operational efficiency and the growth of short-term memory span. *Journal of Experimental Child Psychology*, 33, 386–404. [https://doi.org/10.1016/0022-0965\(82\)90054-6](https://doi.org/10.1016/0022-0965(82)90054-6).
- Casey, M. B., Nuttall, R., Pezaris, E., & Benbow, C. P. (1995). The influence of spatial ability on gender differences in mathematics college entrance test scores across diverse samples. *Developmental Psychology*, 31 (4), 697–705. <http://dx.doi.org/10.1037/0012-1649.31.4.697>.
- Cataloglu, E., & Ates, 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. Retrieved from <http://yoksis.bilkent.edu.tr>.
- 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., & Tobin, K. (1987). The role of cognitive factors in chemistry achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(2), 145-160. DOI: 10.1002/(SICI)1098-2736(199608)33:6<625::AID-TEA3>3.0.CO;2-Q.
- Charles, C. M. (2003). *Öğretmenler için Piaget ilkeleri* (Ülgen, G., Çev.). Ankara: Nobel.

- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale. NJ: Lawrence Erlbaum Associates
- Cohen, J., & Cohen, P. (1983). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences (2nd Ed.)*. Hillsdale NJ: Erlbaum.
- Cohen, R. A. (1969). Conceptual styles, culture conflict, and nonverbal tests of intelligence. *American anthropologist*, 71(5), 828-856. Retrieved from <http://onlinelibrary.wiley.com>.
- Coletta, V. P., & Phillips, J. A. (2005). Interpreting FCI scores: Normalized gain, preinstruction scores, and scientific reasoning ability. *American Journal of Physics*, 73(12), 1172-1182. <https://doi.org/10.1119/1.2117109>
- Conley, A. M., Pintrich, P., Vekiri, I., & Harrison, D. (2004). Changes in epistemological beliefs in elementary science students. *Contemporary Educational Psychology*, 29, 186 – 204.
- Cook, D. A. (2008). Scores from Riding's cognitive styles analysis have poor test-retest reliability. *Teaching and Learning in Medicine*, 20(3), 225-229. DOI: 10.1080/10401330802199492
- Council of Ministers of Education of Canada (1997). *Common framework of science learning outcomes*. Toronto: Council of Ministers of Education.
- Crocker, L. ve Algina, J. (1986). *Introduction to classical & modern test theory*. New York: Holt Rinehart and Winston Inc.
- Cronbach, L., & Snow, R. (1977). *Aptitudes and instructional methods*. New York: Irvington.
- Cross, R. T., & Price, R. F. (1992). *Teaching science for social responsibility*. Sydney, Australia: St Louis.
- Crowley, S. L., & Fan, X. (1997). Structural equation modeling: Basic concepts and applications in personality assessment research. *Journal of personality assessment*, 68(3), 508-531. DOI:10.1207/s15327752jpa6803_4
- Çanakcıoğlu, N. G. (2012). Çocukta Mekan Algısının Gelişimi ve Mekansal İmge Zenginliği Bakımından Malzemenin Önemi. *Mimarlıkta Malzeme*, 22, 74-81. Retrieved from <http://www.montessori.org.tr/wp-content/uploads/2012/11/arastirma-çanakcoglu.pdf>

- Çelen, N. (1999). *Öğrenme psikolojisi kuramları*. Bursa: İmge.
- Çelik, H. E., & Yılmaz, V. (2013). *LİSREL 9.1 İle yapısal eşitlik modellemesi*. İstanbul: Anı.
- Çelik, T. (2010). *İlköğretim öğrencilerinin bilişsel stiller ve öğrenme stillerinin farklı ölçme formatlarından aldıkları puanlara etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., & Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için çok değişkenli SPSS ve LİSREL uygulamaları*. Ankara: Pegem Akademi.
- Daempfle, P. A. (2006). The Effects of Instructional Approaches on the Improvement of Reasoning in Introductory College Biology: A Quantitative Review of Research. *Bioscene: Journal of College Biology Teaching*, 32(4), 22-31. Retrieved from <http://files.eric.ed.gov>.
- Daneman, M., and P.A. Carpenter. 1980. Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal learning and Verbal Behaviour*, 19, 450–66. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(80\)90312-6](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(80)90312-6).
- Danili, E., & 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.
- Danili, E., and N. Reid. (2004). Some strategies to improve performance in school chemistry based on two cognitive factors. *Research in Science and Technological Education*, 22, 203–23. <http://dx.doi.org/10.1080/0263514042000290903>
- De Ribaupierre, A. (1975). *Mental space and formal operations*. (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://search.proquest.com>.
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (6), 582-601. Retrieved from <https://web.nmsu.edu>.
- Delialioğlu, Ö., (1996). *Contribution of students' logical thinking ability, mathematical skills and spatial ability on achievement in secondary school physics*. Master's Thesis, METU, Ankara.

- Demiralay, R. (2008). *Öğretmen adaylarının bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanımları açısından bilgi okuryazarlığı öz-yeterlik algılarının değerlendirilmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Department of Education and Employment, (1999). *The national curriculum for England*. London: HMSO.
- Devetak, I., & Glažar, S. A. (2010). The Influence of 16-year-old Students' Gender, Mental Abilities, and Motivation on their Reading and Drawing Submicrorepresentations Achievements. *International Journal of Science Education*, 32(12), 1561-1593. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00608033/document>.
- Devore, R. N. (1983). *The relationship of cognitive style, cognitive level, and achievement in science to the development of positive attitudes toward science and science teaching*. (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://search.proquest.com>.
- Dillon, J. (2009). On scientific literacy and curriculum reform. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3). Retrieved from <http://files.eric.ed.gov>.
- D'Oliveira, T.C. (2004). Dynamic spatial ability: an exploratory analysis and a confirmatory study. *The International Journal of Aviation Psychology*, 14(1), 19-38.
- Douglas, J. D., & Wong, A. C. (1977). Formal operations: Age and sex differences in Chinese and American children. *Child development*, 48(2), 689-692. DOI: 10.2307/1128676
- Driscoll, I., Hamilton, D.E., Yeo, R.A., Brooks, W.M., & Sutherland, R.J. (2005). Virtual navigations in humans: The impact of age, sex, and hormones on place learning. *Hormones and Behavior*, 47, 326-335. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2004.11.013>.
- Dror, I. E., & Kosslyn, S. M. (1994). Mental imagery and aging. *Psychology and Aging*, 9(1), 90-102.
- Duban, N. (2010). Sınıf öğretmeni adaylarının fen ve teknoloji okuryazarı bireylere ve bu bireylerin yetiştirilmesine ilişkin görüşleri. *Kuramsal Eğitim Bilim*, 3 (2), 162-174. <https://www.pegem.net> sayfasından erişilmiştir.
- Durant, J. R. (1993). *What is scientific literacy?* In J. R. Durant & J. Gregory (Eds.), *Science and culture in Europe* (pp. 129-137). London: Science Museum.

- Dwyer, F. M., & Moore, D. M. (1992). Effect of color coding on visually and verbally oriented tests with students of different field dependence levels. *Journal of Educational Technology Systems*, 20(4), 311-320. Retrieved from <http://journals.sagepub.com/>.
- Engemann, J. F. (2000). *Performance in chemistry problem solving: a study of expert/novice strategies and specific cognitive factors*. (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://search.proquest.com>.
- E-okul-Meb (2017). *Kombinatuvar çözümlleme*. <http://www.eokul-meb.com> sayfasından erişilmiştir.
- Erden, M. Akman, Y. (1997). *Eğitim psikolojisi, gelişim- öğrenme- öğretme*, Ankara: Arkadaş.
- Ergün, A. (2013). *Atom ve molekül konusunda kavram yanlışları ve bunları iyileştirmek için örnek etkinlikler*. (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Everitt, B. S., & Skrondal, A. (2002). *The Cambridge Dictionary of Statistics*. Cambridge: Cambridge University.
- Fischer, K.W. & Todd Rose, L. (2001) Webs of skill: How Students Learn, *Educational Leadership*, 59 (3), 6–12. Retrieved from <http://www.ascd.org/publications>.
- Fives, H., Huebner, W., Birnbaum, A. S., & Nicolich, M. (2014). Developing a measure of scientific literacy for middle school students. *Science Education*, 98(4), 549-580. DOI: 10.1002/sce.21115.
- Flavell, J.H. (1996) Piaget's legacy, *Psychological Science*, 7, 200–203.
- Flexer, B. K., & Roberge, J. J. (1983). A longitudinal investigation of field dependence-independence and the development of formal operational thought. *British Journal of Educational Psychology*, 53(2), 195-204. <http://dx.doi.org/10.1111/j.2044-8279.1983.tb02550.x>.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education*. New York: McGraw-Hill.

- Frick, A., Daum, M. M., Walser, S., & Mast, F. W. (2009). Motor processes in children's mental rotation. *Journal of Cognition and Development*, 10(1-2), 18-40. <http://dx.doi.org/10.1080/15248370902966719>.
- Friedman, T. L. (2005). *The world is flat: A brief history of the twenty-first century*. NewYork: Farrar Straus and Giroux.
- Gabel, D. L., Samuel, K. V., & Hunn, D. (1987). Understanding the particulate nature of matter. *J. Chem. Educ*, 64(8), 695.
- Ganley, C. M., Vasilyeva, M., & 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.
- Garnett, P. J. & Tobin, K., 1984, Reasoning patterns of preservice elementary and middle school science teachers. *Science Education*, 68(5), 621-631. DOI: 10.1002/sce.3730680512.
- Garson, G. D. (2015). *Missing Value Analysis and Data Imputation*. Ashebora: Statistical.
- 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, 5-10. <http://dx.doi.org/10.1080/00220671.1992.9941821>.
- Geiser, C., Lehmann, W., & Eid, M. (2006). Separating “rotators” from “nonrotators” in the mental rotation test: A multigroup latent class analysis. *Multivariate Behavioral Research*, 41, 261-293. Retrieved from <https://www.statmodel.com>.
- Georgia State University (1996). *The Form of Structural Equation Models*. Retreived from <http://www2.gsu.edu/~mkteer/sem2.html>.
- Ginn, S.R., & Pickens, S.J. (2005). Relationships between spatial activities and scores on the mental rotation test as a function of sex. *Perceptual and Motor Skills*, 100, 877-881. DOI:10.2466/pms.100.3.877-881.
- Globerson, T. (1985). Field dependence/independence and mental capacity: A developmental approach. *Developmental Review*, 5(3), 261-273. [https://doi.org/10.1016/0273-2297\(85\)90013-9](https://doi.org/10.1016/0273-2297(85)90013-9).

- Goldberger, A. S. (1972). Structural equation methods in the social sciences. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 40(6), 979-1001. DOI: 10.2307/1913851.
- Goldstein, D., Haldane, D., & Mitchell, C. (1990). Sex differences in visual-spatial ability: the role of performance factors. *Memory & Cognition*, 18, 546-550. Retrieved from researchgate.net.
- Göçer, T. (2014). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının üstbilişsel farkındalıkları ile mantıksal düşünme becerileri ve akademik başarıları arasındaki ilişkinin araştırılması*. (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Gravetter, F. J., & Forzano, L.B. (2011). *Research methods for the behavioral sciences* (4th ed.). Belmont, CA: Wadsworth Cengage Learning.
- Greenberg, D. (1987). *Free at last: The Sudbury Valley School*. Framingham: Sudbury Valley School Press. Retrieved from http://en.wikipedia.org/wiki/Neo-Piagetian_theories_of_cognitive_development
- Griffin, L. L. (1997). *Relationships among selected physical science misconceptions held by preservice elementary teachers and four variables: Formal reasoning ability, working memory capacity, verbal intelligence, and field dependence/independence*. (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://search.proquest.com>.
- Guillot, A., Champley, S., Batier, C., Thiriet, P., & Collet, C. (2007). Relationship between spatial abilities, mental rotation and functional anatomy learning. *Advances in Health Sciences Education*, 12, 491–507. DOI:10.1007/s10459-006-9021-7
- Güler, Z. (2010). *İlköğretim öğrencilerinin SBS puanları ile ders başarıları, bilimsel süreç becerileri ve mantıksal düşünme yetenekleri arasındaki ilişki*. (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Gülhan, F. (2012). *Sosyo-bilimsel konularda bilimsel tartışmanın 8. sınıf öğrencilerinin Fen okuryazarlığı, bilimsel tartışmaya eğilim, karar verme becerileri ve bilimtoplum sorunlarına duyarlılıklarına etkisinin araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Günçe, G. (1973). *Çocukta zihinsel gelişim, Piaget kuramına toplu bakış*. Ankara: Baylan.
- Hacıömeroğlu, G., & Hacıömeroğlu, E. S. (2017). Examining the Relationship between Gender, Spatial Ability, Logical Reasoning Ability, and Preferred Mode of

- Processing. *Adiyaman University Journal of Educational Sciences*, 7(1), 116-131.
<http://dx.doi.org/10.17984/adyuebd.310833>
- Halari, R., Sharma, T., Hines, M., Andrew, C., Simmons, A., & Kumari, V. (2006). Comparable fMRI activity with differential behavioural performance on mental rotation and overt verbal fluency tasks in healthy men and women. *Experimental Brain Research*, 169(1), 1-14. doi:10.1007/s00221-005-0118-7.
- Halpem, D.F., & LaMay, M.L. (2000). The smarter sex: A critical review of sex differences in intelligence. *Educational Psychology Review*, 12, 229-246.
<http://dx.doi.org/10.1023/A:1009027516424>.
- Hambleton, R. K., ve Patsula, L. (1999). Increasing the validity of adapted tests: Myths to be avoided and guidelines for improving test adaptation practices. *Journal of Applied Testing Technology*, 1, 1-30. Retrieved from <https://tr.scribd.com>.
- Hansen, L., & Monk, M. (2002). Brain development, structuring of learning and science education: Where are we now? A review of some recent research. *International Journal of Science Education*, 24(4), 343-356. doi: 10.1080/09500690110049105.
- Harding, A. (1990). *The relationship of logical thinking and disembedding ability to a conceptual shift using a physical science concept*. (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://search.proquest.com>.
- Harle, M., & Towns, M. (2010). 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., & Waller, D. (2006). *Individual differences in spatial abilities*. In P. Shah & A. Miyake (Eds.), *Handbook of visuospatial thinking* (pp. 121–169). New York: Cambridge University.
- Heil, M., & Jansen-Osmann, P. (2008). Sex differences in mental rotation with polygons of different complexity: Men utilize holistic processes whereas women prefer piecemeal ones? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61, 683–689. doi: 10.1080/17470210701822967.

- Hindal, H. S. (2007). *Cognitive characteristics of students in middle schools in State of Kuwait, with emphasis on high achievement*. (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://search.proquest.com>.
- Hindal, H., Reid, N., & Badgaish, M. (2009). Working memory, performance and learner characteristics. *Research in Science & Technological Education*, 27(2), 187-204. doi: 10.1080/02635140902853640.
- Hindal, H., Reid, N., & Whitehead, R. (2013). Gender and Learner Characteristics. *European Journal of Educational Research*, 2(2), 83-96. Retrieved from <http://files.eric.ed.gov>.
- 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*. (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://search.proquest.com>.
- Hirnstein, M., Bayer, U. & Hausmann, M. (2009). Sex-specific response strategies in mental rotation. *Learning and Individual Differences*, 19, 225-228. doi: 10.1016/j.lindif.2008.11.006.
- Holbrook, J., & Rannikemae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 275-288. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu>.
- Hooper, D., Coughlan, J., & Mullen, M. (2008). Structural equation modelling: Guidelines for determining model fit. *Articles*, 2. Retrieved from <https://arrow.dit.ie/cgi/viewcontent.cgi?article=1001&context=buschmanart>
- Horzum, M. B., & Alper, A. (2006). Fen Bilgisi dersinde olaya dayalı öğrenme yöntemi, bilişsel stiller ve cinsiyetin öğrenci başarısına etkisi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 39(2), 151-175. Retrieved from researchgate.net.
- Howell, D.C. (2010). *Statistical methods for psychology*. 4th edition. Belmont, CA. Retrieved from <https://books.google.com.tr>.
- Howitt, DL and Cramer, D (2011) *Introduction to research methods in psychology* (3rd ed.). Londaon: Pearson.
- Hoyle, R. H. (Ed.). (2012). *Handbook of structural equation modeling*. US: Guilford.

- Hu, L. T., & 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.
- Hugdahl, K., Thomsen, T., & Ersland, L. (2006). Sex differences in visuo-spatial processing: An fMRI study of mental rotation. *Neuropsychologia*, 44, 1575–1583. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropsychologia>.
- Hurd, P. D. (1975). Science, technology, and society: New goals for interdisciplinary science teaching. *The Science Teacher*, 42 (2) ,27-30. ERIC Number: EJ113276
- Hurd, P. DeH. (1958). Science literacy: Its meaning for American schools. *Educational Leadership*, 16(1), 13–16. Retrieved from <http://ascd.com/>.
- Idris, N. (1998). *Spatial visualization, field dependence/independence, Van Hiele level, and achievement in geometry: influence of selected activities for middle school students*. (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://search.proquest.com>.
- Idris, N. (2005). *Teaching and Learning of mathematics*. Kuala Lumpur: Utusan Publications. Retrieved from <https://books.google.com.tr>.
- Im-Bolter, N., Agostino, A., & Owens-Jaffray, K. (2016). Theory of mind in middle childhood and early adolescence: Different from before?. *Journal of Experimental Child Psychology*, 149, 98-115. Retrieved from <http://ir.uiowa.edu>.
- Im-Bolter, N., Owens-Jaffray, K., & Agostino, A. (2011). *I think I follow you: Theory of mind in school-aged children with and without language disabilities*. Poster presented at the 2011 Annual meeting of the Canadian Psychological Association, Toronto, Canada.
- Inhelder, B., & Piaget, J. (1958). *The Growth of Logical Thinking From Childhood to Adolescence (Developmental Psychology)*. London and NY: Basic Books. Retrieved from <https://books.google.com.tr>.
- İrioğlu, Z., & Ertekin, E. (2012). İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin zihinsel döndürme becerilerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Journal of Educational and Instructional Studies in the World*, 2, 75-81. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/200431> sayfasından erişilmiştir.

- Janssen, A.B., & Geiser, C. (2010). On the relationship between solution strategies in two mental rotation tasks. *Learning and Individual Differences*, 20, 473-478. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.03.002>
- Jenkins, E. W. (1994). *Scientific literacy*. In T. Husen & T. N. Postlethwaite, (Eds.), *The international encyclopedia of education* (pp. 5345–5350). Oxford, UK: Pergamon.
- Jensen, J. L. (2008). *Effects of collaboration and inquiry on reasoning and achievement in biology*. (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://search.proquest.com>.
- Jersild, A. T., & Günçe, G. (1979). *Çocuk psikolojisi*. Ankara: Ankara Üniversitesi.
- Jiang, B. (2008). *Formal reasoning and spatial ability: A step towards" science for all"*. (Doctora Dissertation). Retrieved from <https://search.proquest.com>.
- Johnson, J., Im-Bolter, N., & Pascual-Leone, J. (2003). Development of mental attention in gifted and mainstream children: The role of mental capacity, inhibition, and speed of processing. *Child Development*, 74, 1594-1614. Retrieved from <http://www.yorku.ca/tcolab>.
- Johnson, M. A., & Lawson, A. E. (1998). What are the relative effects of reasoning ability and prior knowledge on biology achievement in expository and inquiry classes?. *Journal Of Research in Science Teaching*, 35(1), 89-103. doi: 10.1002/(SICI)1098-2736(199801)35:1<89::AID-TEA6>3.0.CO;2-J.
- Johnstone, A. H., & 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. Retrieved from researchgate.net.
- Jonassen, D. H., & Grabowski, B. (1993). *Handbook of individual difference learning, and instruction*. NJ: LEA, Hillsdale.
- Jöreskog, K. G., & Goldberger, A. S. (1975). Estimation of a model with multiple indicators and multiple causes of a single latent variable. *journal of the American Statistical Association*, 70(351a), 631-639. doi: 10.2307/2285946.

- Jöreskog, K. G., & Sörbom, D. (1993). *Lisrel: structural equation modeling with simplis command language*. Chicago: Scientific Software.
- Kail, R., Carter, P., & Pellegrino, J. (1979). The locus of sex differences in spatial ability. *Perception and Psychophysics*, 26, 182-186. Retrieved from <https://link.springer.com/content/pdf/10.3758/BF03199867.pdf>
- Kampa, N., & Köller, O. (2016). German national proficiency scales in biology: Internal structure, relations to general cognitive abilities and verbal skills. *Science education*, 100(5), 903-922. doi: 10.1002/sce.21227.
- Kang, S., Scharmann, L. C., Noh, T., & Koh, H. (2005). The influence of students' cognitive and motivational variables in respect of cognitive conflict and conceptual change. *International Journal of Science Education*, 27(9), 1037-1058. doi: 10.1080/09500690500038553.
- Karaçam, S. (2005). Farklı bilişsel stillerdeki lise öğrencilerinin hareket ve hareket yasaları konularındaki kavramları anlama düzeylerinin farklı ölçme teknikleri ile tespiti. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- 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> sayfasından erişilmiştir.
- Karplus, R., Karplus, E., Formisano, M., & Paulsen, A. C. (1977). A survey of proportional reasoning and control of variables in seven countries. *Journal of Research in Science Teaching*, 14(5), 411-417. doi: 10.1002/tea.3660140504.
- Kavak, N., Tufan, Y., & Demirelli, H. (2006). Fen Teknoloji Okuryazarlığı ve İnformal Fen Eğitimi Gazetelerin Potansiyel Rolü. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(3), 17-28. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/77190> sayfasından erişilmiştir.
- Kayhan, E. B. (2005). *Investigation of high school students' spatial ability*. (Master Thesis). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Kelloway, E. K. (2014). *Using Mplus for structural equation modeling: a researcher's guide*. CA, US: Sage Publications.

- Kenny, D. A. (2009). *Terminology and basics of SEM*. Retrieved from <http://davidakenny.net/cm/basics.htm>.
- Keskin, H. (2008). *İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin fen ve teknoloji dersine ilişkin bilimsel okuryazarlık seviyeleri*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Ketelhut, D. J. (2010). Assessing gaming, computer and scientific inquiry self-efficacy in a virtual environment. In L. A. Annetta & S. Bronack (Eds.), *Serious educational game assessment: Practical methods and models for educational games, simulations and virtual worlds*. Amsterdam, The Netherlands: Sense Publishers.
- Keys, C.W. (1994). The development of scientific reasoning skills in conjunction with collaborative assignments: An interpretive study of six ninth-grade students. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 1003–1022. doi: 10.1002/tea.3660310912
- Khine, M. S. (Ed.). (2013). *Application of structural equation modeling in educational research and practice*. AW Rotterdam: Sense.
- Khine, M. S. (Ed.). (2016). *Visual-spatial Ability in STEM Education: Transforming Research Into Practice*. Australia: Springer.
- Kılıç, D., Sağlam, N. (2009). Öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Ege Eğitim Dergisi*, 10(2). <http://dergipark.ulakbim.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Kılıç, G. B., Haymana, F., & Bozyılmaz, B. (2010). İlköğretim fen ve teknoloji dersi öğretim programı'nın bilimsel okuryazarlığı ve bilimsel süreç becerileri açısından analizi. *Eğitim ve Bilim*, 33(150), 52-61. <http://egitimvebilim.ted.org.tr/index.php/EB/article/view/630/100> sayfasından erişilmiştir.
- Kıncal, R. Y., & Yazgan, A. D. (2014). İlköğretim 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin formal operasyonel düşünme becerilerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *İlköğretim Online*, 9(2), 723-733. <http://dergipark.ulakbim.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Kızıltepe, Z. (2004). *Öğretişim: Eğitim psikolojisine çağdaş bir yaklaşım*. İstanbul: Merteks İç ve Dış Ticaret Limited Şirketi.

- Kirk, G. R. (2000). *The relationship of attitudes toward science, cognitive style and self-concept to achievement in chemistry at the secondary school level* (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://search.proquest.com>.
- Kline, R.B. (2005). *Principles and practice of structural equation modeling*. New York: The Guilford Press.
- Knight, C. C., & Sutton, R. E. (2004). Neo-Piagetian Theory and Research: enhancing pedagogical practice for educators of adults. *London Review of Education*, 2(1), 47-60. ERIC Number: EJ821914.
- Knight, C. C., & Sutton, R. E. (2004). Neo-Piagetian Theory and Research: enhancing pedagogical practice for educators of adults. *London Review of Education*, 2(1), 47-60. ERIC Number: EJ821914
- Koray, Ö., & Azar, A. (2008). Ortaöğretim öğrencilerinin problem çözme ve mantıksal düşünme becerilerinin cinsiyet ve seçilen alan açısından incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16(1), 125-136. http://www.kefdergi.com/pdf/16_1/125.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Kosslyn, S. M., Margolis, J. A., Barrett, A. M., Goldknopf, E. J., & Daly, P. F. (1990). Age differences in imagery abilities. *Child Development*, 61, 995–1010. doi: 10.2307/1130871
- Kozhevnikov, M., Motes, Michael A., & Hegarty, M. (2007). Spatial visualization in physics problem solving. *Cognitive Science*, 31, 549-579. doi: 10.1080/15326900701399897.
- Kurbanoğlu, S., & Akkoyunlu, B. (2007). *Öğretmen eğitiminde bilgi okuryazarlığının önemi*. Uluslararası Öğretmen Yetiştirme Politikaları ve Sorunları Sempozyumu'nda sunulmuş bildiri, Hacettepe Üniversitesi, Ankara. <http://www.bby.hacettepe.edu.tr/yayinlar> sayfasından erişilmiştir.
- Kurt, M. (2002). Görsel-uzaysal yeteneklerin bileşenleri. *Klinik Psikiyatri*, 5(2), 120-125. Retrieved from https://www.journalagent.com/kpd/pdfs/KPD_5_2_120_125.pdf.
- Kurtulus, A. (2011). Effect of computer-aided perspective drawings on spatial orientation and perspective drawing achievement. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(4), 138-147. ERIC Number: EJ946619.

- Kütükçü, Y. (2016). *Ortaokul öğrencilerinin canlılar ve hayat öğrenme alanına ilişkin bilimsel okuryazarlıklarının geliştirilen ölçme aracıyla incelenmesi*. (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Kwon, Y. J., & 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., & 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. ERIC Number: EJ1048082.
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71 – 94. Retrieved from <http://www.kcvs.ca/martin/>.
- Lawson, A. E. (1978). The development and validation of a classroom test of formal reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 15(1), 11-24. doi: 10.1002/tea.3660150103.
- 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., & Blake, A. J. (1976). Concrete and formal thinking abilities in high school biology students as measured by three separate instruments. *Journal Of Research In Science Teaching*, 13(3), 227-235. doi: 10.1002/tea.3660130306
- Lawson, A. E., & Renner, J. W. (1975). Relationships of science subject matter and developmental levels of learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 12(4), 347-358.

- Lawson, A. E., Blake, A. J., & Nordland, F. H. (1974). Piagetian tasks clarified: The use of metal cylinders. *The American Biology Teacher*, 209-211. doi: 10.2307/4444748
- Lawson, A. E., Clark, B., Cramer-Meldrum, E., Falconer, K. A., Sequist, J. M., & Kwon, Y. J. (2000). 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., & 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.3660120405
- Lawson, A., & Worsnop, W. (1992). Learning about evolution and rejecting a belief in special creation: Effects of reflective reasoning skill, prior knowledge, prior belief, and religious commitment. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(2), 143–166. doi: 10.1002/tea.3660290205.
- 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, 117–29. doi: 10.1002/tea.3660200204.
- Lawson, A.E. (1992a). The development of reasoning among college biology students. *Journal of College Science Teaching*, 21(6). Retrieved from <https://www.jstor.org>.
- Lawson, A.E. (1992b). What do tests of formal reasoning actually measure? *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 965–984. doi: 10.1002/tea.3660290906
- Lawson, A.E., Clark, B., Cramer-Meldrum, E., Falconer, K.A., Kwon, Y.J., & Sequist, J.M. (2000). The development of reasoning skills in college biology: Do two levels of general hypothesis-testing skills exist?. *Journal of research in Science Teaching*, 37(1), 81-101.
- Lewis, J. D. (1982). Technology, enterprise, and American economic growth. *Science*, 215, 1204–1211. doi: 10.1126/science.215.4537.1204
- Liberman, D., & Hudson, H. T. (1979). Correlation between logical abilities and success in physics. *American Journal of Physics*, 47(9), 784-786. doi: 10.1119/1.11929.

- Linn, M. C., Pulos, S., & Gans, A. (1981). Correlates of formal reasoning: Content and problem effects. *Journal of Research in Science Teaching*, 18(5), 435-447. doi: 10.1002/tea.3660180507.
- Linn, Marcia C, & Petersen, Anne C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 56(6), 1479-1498. Retrieved from researchgate.net.
- Lipuma, M., (2008). *Obstacles to Science Literacy*. Retrieved from https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:_TTARK_WcvAJ:https://web.njit.edu/~lipuma/LipumaJMObstacles_to_Scientific_Literacy.doc+&cd=1&hl=tr&ct=clnk&gl=tr sayfasından erişilmiştir.
- Liu, X. (2009). Beyond science literacy: science and the public. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 301-311. Retrieved from <http://files.eric.ed.gov>.
- Lohman, D. F. (1979) *Spatial Ability: A Review and Reanalysis of the Correlational Literature*, in *Aptitude Research Project* (Report No. 8), Aptitude Research Project; School of Education, Stanford University: Palo Alto.
- Lohman, D.F. (1984). *The role of prior knowledge and strategy shifting in spatial ability. Paper presented at the American Educational Research Association*, ERIC Document Reproduction Service No. ED250319.
- MacLeod, C. M., Jackson, R. A., & 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.
- Maeda, Y., & Yoon, S.Y. (2013). A meta-analysis on gender differences in mental rotation ability measured by the Purdue spatial visualization tests: Visualization of rotations (PSVT:R). *Educational Psychology Review*, 25, 69-94. Retrieved from researchgate.net.
- Maghsudi, M. (2007). The interaction between field dependent/independent learning styles and learners' linguality in third language acquisition. *Interactive Multimedia Electronic Journal of Computer-Enhanced Learning*, 7(5), 1-23. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu>.

- Mahlios, M. (1989). The influence of cognitive style on the teaching practices of elementary teachers. *Early Child Development and Care*, 51(1), 89-107. doi: 10.1080/0300443890510108.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Foy, P., & Hooper, M. (2016). *TIMSS 2015 international results in science*. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center. Retrieved from <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/>
- Martin, M.O., Mullis, I.V.S., Foy, P., & Stanco, G.M. (2012). *TIMSS 2011 international results in science*. Chestnut Hill, MA: Boston College. Retrieved from http://www.bc.edu/content/dam/files/research_sites/timssandpirls/timss2011/downloads/T11_IR_Science_FullBook.pdf.
- Marušić, M., & 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.
- Mayer, D., Sodian, B., Koerber, S., & Schwippert, K. (2014). Scientific reasoning in elementary school children: Assessment and relations with cognitive abilities. *Learning and Instruction*, 29, 43-55. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.07.005>.
- McGlone, M. S., & Aronson, J. (2006). Stereotype threat, identity salience, and spatial reasoning. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 27(5), 486-493. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2006.06.003>.
- McKenna, F. P. (1984). Measures of field-dependence: cognitive style or cognitive ability? *Journal of Sociology and Social Psychology*, 47, 593-603. doi: 10.1037/0022-3514.47.3.593.
- McKenna, F. P. (1990). Learning implications of field dependence-independence: Cognitive style versus cognitive ability. *Applied cognitive psychology*, 4(6), 425-437. doi: 10.1002/acp.2350040602.
- McLeod, S. A. (2015). *Jean Piaget*. Retrieved from www.simplypsychology.org/piaget.html
- MEB (2006). *Talim ve terbiye kurulu başkanlığı, ilköğretim fen ve teknoloji dersi (6, 7 ve 8. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.

- MEB (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.
- MEB, (2017). *Fen bilimleri dersi taslak öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*, <http://mufredat.meb.gov.tr/> sayfasından erişilmiştir.
- Meehan, A. M. (1984). A meta-analysis of sex differences in formal operational thought. *Child Development*, 55(3), 1110-1124. doi: 10.2307/1130164
- Mertler, C. A., ve Vannatta, R. A. (2017). *Advanced and multivariate statistical methods*. California: Pyrczak.
- Messick, S. (1984). The nature of cognitive styles: Problems and promise in educational practice. *Educational Psychologist*, 19(2), 59-74. doi: 10.1080/00461528409529283.
- Meydan, C. H., & Şeşen, H. (2011). *Yapısal eşitlik modellemesi AMOS uygulamaları*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Millar, R., & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. King's College London: Fulmar Colour Printing Company.
- Miller, D. I., & Halpern, D. F. (2013). Can spatial training improve long-term outcomes for gifted STEM undergraduates? *Learning and Individual Differences*, 26, 141–152. doi: 10.1016/j.lindif. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.03.012>.
- Miller, G.A. (1956). The magic number seven plus or minus two: some limits on our capacity to process information. *Psychological Review*. 63, 81–97. Retrieved from <http://www.psych.utoronto>.
- Miller, J. (2006). *Civic scientific literacy in Europe and the United States*. Paper presented at the Annual Meeting of the World Association for Public Opinion Research, Montreal, Canada. Retrieved from <https://www.researchgate.net>.
- Miller, J. D. (1983). Scientific literacy: A conceptual and empirical review. *Daedalus*, 112(2), 29–48. Retrieved from <https://edisciplinas.usp.br>.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>.

- Miyake, A., Friedman, N. P., Rettinger, D. A., Shah, P., & 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. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu>.
- Moe, A. (2009). Are males always better than females in mental rotation? Exploring a gender belief explanation. *Learning and Individual Differences*, 19, 21-27. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2008.02.002>.
- Moe, A. (2016). Teaching motivation and strategies to improve mental rotation abilities. *Intelligence*, 59, 16-23. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2016.10.004>.
- Mohler, J. L. (2008). A review of spatial ability research. *Engineering Design Graphics Journal*, 72(3), 19–30. Retrieved from <http://www.edgj.org>.
- Monteyne, K. (2004). *Development of the formal reasoning abilities of college students in a general chemistry guided-inquiry laboratory*. (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://search.proquest.com>.
- Moody, J. D., & Gifford, V. D. (1990). *The Effect of Grouping by Formal Reasoning Ability, Formal Reasoning Ability Levels, Group Size, and Gender on Achievement in Laboratory Chemistry*. (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://search.proquest.com>.
- Muhammad, T., Daniel, E. G. S., & Abdurauf, R. A. (2015). Cognitive Styles Field Dependence/Independence and Scientific Achievement of Male and Female Students of Zamfara State College of Education Maru, Nigeria. *Journal of Education and Practice*, 6(10), 58-63. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/>.
- Mulaik, S. A., James, L. R., Van Alstine, J., Bennett, N., Lind, S., & Stilwell, C. D. (1989). Evaluation of goodness-of-fit indices for structural equation models. *Psychological bulletin*, 105(3), 430. Retrieved from researchgate.net.
- Murnane, R. & Raizen, S. (1988). *Improving indicators of the quality of science and mathematics education in grades K-12*. Washington, DC: National Academy Press. Retrieved from <https://www.nap.edu/read/988/chapter/3#16> .
- Muthén, L. K., & Muthén, B. O.(1998–2010). *Mplus user's guide*. Retrieved from <https://www.statmodel.com>.

- 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: National Academy.
- National Science Board (NSB) (1983). *Educating Americans for the 21st Century: A Plan of Action for Improving Mathematics, Science and Technology Education for All American Elementary and Secondary Students So that Their Achievement is the Best in the World by 1995: a Report to the American People and the National Science Board* (Vol. 2). US: National Science Board Commission on Precollege Education in Mathematics, Science, and Technology.
- National Science Foundation, National Science Board (2010). *Preparing the next generation of STEM innovators: Identifying and developing our nation's human capital* (Report No. NSB-10-33). Retrieved from <https://www.nsf.gov/nsb/publications>.
- Nazareth, A., Herrera, A., & Pruden, S. M. (2013). Explaining sex differences in mental rotation: role of spatial activity experience. *Cognitive Processing*, 14(2), 201-204. doi: Doi 10.1007/S10339-013-0542-8. Retrieved from researchgate.net.
- NCEE (The National Commission on Excellence in Education), (1983). *A Nation at Risk: The Imperative for Educational Reform*. Washington, DC: U.S. Department of Education.
- Newcombe, N. S., & Frick, A. (2010). Early education for spatial intelligence: Why, what, and how. *Mind, Brain, and Education*, 4(3), 102–111. doi: 10.1111/j.1751-228X.2010.01089.x
- Newcombe, N. S., & Stieff, M. (2012). Six Myths About Spatial Thinking. *International Journal of Science Education*, 34(6), 955-971. doi: 10.1080/09500693.2011.588728
- Niaz, M. (1988). Manipulation of M-demand of chemistry problems and its effect on students performance: a neo-Piagetian study. *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 643-657. doi: 10.1002/tea.3660250804.
- 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, 231–38. Retrieved from 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, 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. Retrieved from 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., & 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., & Logie, R. H. (1993). Working memory, mental capacity and science education: Towards an understanding of the 'working memory overload hypothesis', *Oxford Review of Education*, 19(4), 511-525. Retrieved from doi: 10.1080/0305498930190407.
- Niaz, M., & Robinson, W. R. (1992). Manipulation of logical structure of chemistry problems and its effect on student performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 211–226. doi: 10.1002/tea.3660290303.
- Niaz, M., & 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. Retrieved from <https://link.springer.com>.
- NRC (National Research Council) (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington: National Academies.

- NRC (National Research Council), (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy.
- NSTA (National Science Teachers Association) & Curriculum Committee, (1964). *Theory into action in science curriculum development*. National Science Teachers Association.
- NSTA (National Science Teachers Association), (1991). *Position statement*. Washington, DC: Author.
- Obianuju, E. E., (2012). Effects of concept mapping and cognitive styles on achievement of students in chemistry. *Journal of Research in Education* 1(1). Retrieved from <http://ijmtjournal.org/Volume-2/issue-3/IJMTT-V2I3P504.pdf>.
- O'Hearn, G. T. (1976). Science literacy and alternative futures. *Science Education*, 60(1), 103-114. DOI: 10.1002/sce.3730600114.
- Oktaý, A. (2000). *Yaşamın sihirli yılları: Okul öncesi dönem*. Ankara: Epsilon.
- Olkun, Sinan. (2003). Making connections: Improving spatial abilities with engineering drawing activities. *International Journal of Mathematics Teaching and Learning*, 3(1), 1-10. Retrieved from acikarsiv.ankara.edu.
- Olson, J. F., Martin, M. O., & Mullis, I. V. (Eds.). (2008). *TIMSS 2007 technical report*. TIMSS & PIRLS International Study Center. Retrieved from https://timss.bc.edu/TIMSS2007/PDF/TIMSS2007_TechnicalReport.pdf.
- Olson, M. H. (2015). *An introduction to theories of learning*. Newyork: Routledge. Retrieved from <https://books.google.com.tr>.
- Ongun, E. (2006). *Üniversite öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışları ile motivasyon ve bilişsel stilleri arasındaki ilişki*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Onyekuru, B. U. (2015). Field Dependence-Field Independence Cognitive Style, Gender, Career Choice and Academic Achievement of Secondary School Students in Emohua Local Government Area of Rivers State. *Journal of Education and Practice*, 6(10), 76-85. Retrieved from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1081668.pdf>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (2017). *What is PISA?*. Retrieved from <http://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/>.

- Organisation for Economic Co-operation and Development (2016), *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*, PISA, Paris: OECD.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2000). *Measuring Student Knowledge and Skills. The PISA 2000 Assessment of Reading, Mathematical and Scientific Literacy*. Paris: OECD.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2004). *The PISA 2003 assessment framework: mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills*. Paris: OECD.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2010). *PISA 2009 assessment framework: Key competencies in reading, mathematics and science*. Paris: OECD.
- Osborne, J. (2007). Science Education for the Twenty First Century. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(3), 173-184. Retrieved from <http://www.ejmste.com>.
- Öngen, D. (1995). Ergenlikte Zihinsel Gelişim. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 2 (1): 289-302.
- Özbay, H. E. (2011). *Orta öğretim öğrencilerinin bilimsel okuryazarlık seviyeleri ile evrimi anlamaları arasındaki ilişki (Malatya ili örneği)*. (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Özdemir, O. (2010). Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının fen okuryazarlığının durumu. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(3), 42-56. <https://www.pegem.net> sayfasından erişilmiştir.
- Özsevgeç, T. (2002). *İlköğretim öğrencilerinin fen bilgisi konularındaki zihinsel gelişim düzeyleri ile sahip oldukları profiller arasındaki ilişkilerin tespiti*. (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Papageorgiou, G., Markos, A., & 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.

- Páramo, M. F., & Tinajero, C. (1990). Field dependence/independence and performance in school: an argument against neutrality of cognitive style. *Perceptual and Motor Skills*, 70(3 suppl), 1079-1087. doi: 10.2466/pms.1990.70.3c.1079
- Pascual-Leone, J. (1970). A mathematical model for the transition rule in Piaget's developmental stages. *Acta Psychologica*, 32, 301-345. doi: 10.1016/0001-6918(70)90108-3.
- Pascual-Leone, J. (1978). Compounds, confounds, and models in developmental information processing: a reply to Trabasso and Foellinger. *Journal of Experimental Child Psychology*, 26, 18-40. doi: 10.1016/0022-0965(78)90106-6.
- Pascual-Leone, J. (2000). Reflections on working memory: Are the two models complementary? *Journal of Experimental Child Psychology*, 77, 138-154. <https://doi.org/10.1006/jecp.2000.2593>.
- Pascual-Leone, J., & Burtis, P. J. (1974). *FIT: Figural Intersection Test, a group measure of M-capacity*. Unpublished manuscript, York University, Ontario.
- Pascual-Leone, J., & Goodman, D. (1979). Intelligence and experience: A neo-Piagetian approach. *Instructional Science*, 8, 301-367. Retrieved from researchgate.net.
- Pascual-Leone, J., & Ijaz, H. (1989). *Mental capacity testing as a form of intellectual developmental assessment*. In R. Samuda, S. Kong, J. Cummings, J. Pascual -Leone, & J. Lewis (Eds.), *Assessment and placement of minority students* (pp. 144-171). Lewiston, NY: Hogrefe.
- Pascual-Leone, J., & Irwin, R. (1998). *Abstraction, the will, the self, and modes of learning in adulthood*. In C. Smith & T. Pourchot, *Adult learning and development: Perspectives from educational psychology* (pp. 35-66). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Pascual-Leone, J., & Johnson, J. (1991). *The psychological unit and its role in task analysis: A reinterpretation of object permanence*. In M. Chandler & M. Chapman (Eds.), *Criteria for competence: Controversies in the conceptualization and assessment of children's abilities* (pp. 153-187). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Pascual-Leone, J., & Johnson, J. (1999). *A dialectical constructivist view of representation: Role of mental attention, executives, and symbols*. In I.E. Sigel (Ed.), *Development of*

- f mental representation: Theories and applications* (pp. 169- 200). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Pascual-Leone, J., & Johnson, J. (2005). *A dialectical constructivist view of developmental intelligence*. In O. Wilhelm & R. Engle (Eds.), *Handbook of understanding and measuring intelligence* (pp. 177-201). Thousand Oaks, CA, US: Sage.
- Pascual-Leone, J., & Johnson, J. (2011). *A developmental theory of mental attention: Its application to measurement and task analysis*. In P. Barrouillet & V. Gaillard (Eds.), *Cognitive development and working memory: A dialogue between neoPiagetian theories and cognitive approaches*. New York, NY: Psychology.
- Pascual-Leone, J., & Johnson, J. M. (2001). *Manual for the FIT: Figural intersections test*. Unpublished manuscript, York University, Toronto.
- Peters, M. (2005). Sex differences and the factor of time in solving Vandenberg and Kuse mental rotation problems. *Memory & Cognition*, 57, 176-184. doi: 10.1016/j.bandc.2004.08.052
- Peters, M., Laeng, B., Latham, K., Jackson, M., Zaiyouna, R., & Richardson, C. (1995). A redrawn Vandenberg and Kuse mental rotation test: Different versions and factors that affect performance. *Brain and Cognition*, 28, 39-58. Retrieved from <http://wexler.free.fr/library>.
- Peters, M., Lehmann, W., Takahira, S., Takeuchi, Y., & 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.
- Peterson, E. R., Deary, I. J., & Austin, E. J. (2003). The reliability of Riding's cognitive style analysis test. *Personality and individual differences*, 34(5), 881-891. Retrieved from researchgate.net.
- Petrill, S. A., & Wilkerson, B. (2000). Intelligence and achievement: A behavioral genetic perspective. *Educational Psychology Review*, 12, 185 – 199.
- Piaget, J. (1970). *Genetic epistemology*. (E. Duckworth, Çev.). New York: Norton Company.
- Piaget, J. (1999). *Çocukta zihinsel gelişim* (H. Portakal, Çev.) Ankara: Cem.

- 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.
- Pietsch, S., & Jansen, P. (2012). Different mental rotation performance in students of music, sport and education. *Learning and Individual Differences*, 22(1), 159-163. doi: 10.1016/J.Lindif.
- Pintrich, P.R. (1999). *Motivational beliefs as resources for and constraints on conceptual change*. In W. Schnotz, S. Vosniadou, & M. Carretero (Eds.) *New perspectives on conceptual change* (pp. 3–13). Oxford: Elsevier Science.
- Pithers, R. T. (2002). Cognitive learning style: a review of the field dependent-field independent approach. *Journal of Vocational Education & Training*, 54(1). Retrieved from <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/13636820200200191>.
- Pratt, C., & Hacker, R. G. (1984). Is Lawson's classroom test of formal reasoning valid? *Educational and Psychological Measurement*, 44(2), 441-448. doi: 10.1177/0013164484442025
- Rafi, A., Samsudin, K. A., & Said, C. S. (2008). Training in spatial visualisation: The effects of training method and gender. *Educational Technology & Society*, 11(3), 127-140. Retrieved from http://www.ifets.info/journals/11_3/10.pdf
- Raykov, T., & Widaman, K. F. (1995). Issues in applied structural equation modeling research..*Structural Equation Modeling*, 2(4), 289–31. doi: 10.1080/10705519509540017.
- Raykov, T., Marcoulides, G. A. (2006). *A first course in structural equation modeling*, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Rezaei, A. R., & Katz, L. (2004). Evaluation of the reliability and validity of the cognitive styles analysis. *Personality and Individual Differences*, 36(6), 1317-1327. doi: 10.1016/S0191-8869(03)00219-8.
- Rhoton, J. (Ed.). (2010). *Science education leadership: Best practices for the new century*. NSTA Press. Retrieved from <https://books.google.com.tr>.
- Riding, R. J. & Rayner, S. (1998). *Cognitive Styles and Learning Strategies: Understanding Style Differences in Learning and Behaviour*. London, David Fulton.

- Riding, R. J. (1997). On the nature of cognitive style. *Educational Psychology*, 17(1-2), 29-49. doi: 10.1080/0144341970170102.
- Riding, R. J., & Rayner, S. (Eds.). (2000). *Cognitive styles* (Vol. 1). US: Greenwood Publishing Group. Retrieved from <https://books.google.com.tr>.
- Roberge, J. J., & Flexer, B. K. (1979). Further examination of formal operational reasoning abilities. *Child Development*, 50(2), 478-484. Retrieved from researchgate.net.
- Roberts, D. A. (1983). *Scientific literacy. Towards a balance for setting goals for school science programs*. Ottawa, ON, Canada: Minister of Supply and Services.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S.K. Abell & N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729 – 780). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- 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.
- Rutherford, F. J. & Ahlgren. (1989). *Science for All Americans: A Project 2061 Report*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Sadler-Smith, E. (2001). The relationship between learning style and cognitive style. *Personality and individual differences*, 30(4), 609-616. doi: 10.1016/S0191-8869(00)00059-3.
- Sanchez, C. A. (2012). Enhancing visuospatial performance through video game training to increase learning in visuospatial science domains. *Psychonomic Bulletin & Review*, 19 (1),58–65. doi: 10.1080/0300443011670110 .
- Saracho, O. N. (1980). The relationship between teachers, cognitive styles and their perceptions of their students' academic competence. *Educational Research Quarterly*, 5, 40-49. ERIC Number: EJ241575.
- Saracho, O. N. (1997). *Teachers' and students' cognitive styles in early childhood education*. London: Bergin & Garvey.
- Saracho, O. N., & Spodek, B. (1981). Teachers' cognitive styles: Educational implications. *In The Educational Forum* 45 (2). <http://dx.doi.org/10.1080/00131728109336066>

- Sarı, M., Altıparmak, M. & Ateş, S. (2013). Test yapısının farklı bilişsel stillerdeki öğrencilerin mekanik başarısına etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28 (1), 334-344. <http://dergipark.ulakbim.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- SAS Institute. (2000). *JMP: Statistics and Graphics Guide*. Sas Inst. Retrieved from <https://www.jmp.com>.
- Saunders, W. L., & Shepardson, D. (1987). A comparison of concrete and formal science instruction upon science achievement and reasoning ability of sixth grade students. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(1), 39-51. Retrieved from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED244797.pdf>.
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H., & 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., & 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), Retrieved from <http://journals.sagepub.com/toc/proe/48/11>.
- Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2010). *A beginners guide to structural equation*. New York: Routledge.
- Selçuk, Z. (1999). *Gelişim ve öğrenme*. Ankara: Nobel.
- Senemoğlu, N., (2003). *Gelişim öğrenme ve öğretim kuramdan uygulamaya*. Ankara: Gazi.
- Sert Çıbık, A., (2006). *Proje tabanlı öğrenme yaklaşımının fen bilgisi dersinde öğrencilerin mantıksal düşünme becerilerine ve tutumlarına etkisi*. (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Shamos, M. H. (1995). *The myth of scientific literacy*. NJ: Rutgers University Press. Retrieved from <https://books.google.com.tr>.
- Sharps, M.J., Welton, A. L., & Price, J. L (1993). Gender and task in the determination of spatial cognitive performance. *Psychology of Women Quarterly*, 17, 71-83. doi: 10.1111/j.1471-6402.1993.tb00677.x.

- Shavaliy, M. E. (1999). *A study of the effects of structured activities using cad-like software on the spatial ability of fourth, fifth and sixth grade students*. (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://search.proquest.com>.
- Shayer, M., & 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., & 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, 351–366.
- Shea, D. L., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2001). Importance of assessing spatial ability in intellectually talented young adolescents: A 20-year longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 93, 604–614. ERIC Number: EJ640539.
- Shen, B. S. (1975). *Science literacy and the public understanding of science*. In Day S.B (Ed.), *Communication of scientific information* (pp. 44-52). New York: Karger.
- Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171(3972), 701–703. Retrieved from <https://www.researchgate.net>.
- Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171, 701–703. Retrieved from [researchgate.net](https://www.researchgate.net).
- Sorby S. (1999). Developing 3-D Spatial Visualization Skills. *Engineering Desing Graphics Journal*, 63 (2), 21-32. Retrieved from <http://diggingdeeper.pbworks.com/>.
- Soysal, M. (2011). *Öğrencilerin fen ve teknoloji dersindeki başarıları ile fen okuryazarlığı düzeylerinin karşılaştırılması ve öğretmenlerin fen okuryazarlığı ile ilgili görüşlerinin incelenmesine yönelik bir çalışma*. (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Sökmen, N., Bayram, H(1999). Lise 1. Sınıf Öğrencilerinin Temel Kimya Kavramlarını Anlama Düzeyleriyle Mantıksal Düşünme Yetenekleri Arasındaki İlişki. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(17). 89-94. dergipark.gov.tr/download/article-file/88091 sayfasından erişilmiştir.

- St Clair-Thompson, H. L., & 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., & 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., & Papageorgiou, G. (2010). The effect of logical thinking and two cognitive styles on understanding the structure of matter: an analysis with the random walk method. *Chemistry Education Research and Practice*, 11(3), 173-181. doi: 10.1039/C005466F.
- Stamovlasis, D., Tsitsipis, G., & 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.
- Steer, D. N., Mccornell, D. A., & Owens, K. D. (2006, April). Student Success in Earth Science: Which Logical Thinking Skills are Important And Why?. In *Geological Society of America Abstracts with Programs*, 38(4), 11.
- Sundberg, S. E. (1994). *Effect of spatial training on spatial ability and mathematical achievement as compared to traditional geometry instruction*. (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://search.proquest.com>.
- Süren, T. (2008). *İlköğretim birinci kademe öğrencilerinde bilimsel okuryazarlık düzeyi*. (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Şen, H. C. (2010). An aptitude treatment interaction study: the effect of Inquiry-based instruction and lecture instruction on high School students' physics achievement(Doctoral dissertation). Retrieved from). <https://tez.yok.gov.tr>.
- Şencan, D. (2013). *Günlük yaşam problemlerinin 7.sınıf öğrencilerinde bilimsel süreç becerileri, akademik başarı ve bilimsel okuryazarlığı üzerine etkisi: kuvvet ve hareket*. (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.

- Şimşek, Ö. F. (2007). *Yapısal eşitlik modellemesine giriş: Temel ilkeler ve LISREL uygulamaları*. Ankara: Ekinoks.
- Tabachnick, B.G., ve Fidell, L.S. (2015). *Çok değişkenli istatistiklerin kullanımı* (6th ed). Boston: Allyn & Bacon.
- Tai, D. W., Yu, C. H., Lai, L. C., & 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. Retrieved from <http://www.wiete.com.au/journals>.
- Taş, U. E., Arıcı, Ö., Ozarkan, H. B., & Özgürlük, B. (2016). *Pisa 2015 Ulusal Raporu*. Ankara: Meb.
- Tekin, N. (2013). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel okuryazarlıkları ve eleştirel düşünme becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Tekkaya, C., & 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. Retrieved from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ798819.pdf>.
- Temel, S. (2009). *Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamaları*. (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Terrell S.T., (2002), *The use of cognitive style as a predictor of membership in middle and High School Programs for the academically gifted*. Paper presented at the Annual meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, Louisiana. Retrieved from <https://www.researchgate.net>
- Thiele, R. B., & Treagust, D. F. (1994). An interpretive examination of high school chemistry teachers' analogical explanations. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(3), 227-242. doi: 10.1002/tea.3660310304.
- Timm, H. (2002). *Applied multivariate analysis*. New York: Springer- Verlag.
- Tinajero C. and 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. ERIC Number: EJ586811.

- Titze, C., Heil, M., & Jansen, P. (2008). Gender differences in the Mental Rotations Test (MRT) are not due to task complexity. *Journal of Individual Differences*, 29, 130-133. <https://doi.org/10.1027/1614-0001.29.3.130>.
- Titze, C., Jansen, P. & Heil, M. (2010). Mental rotation performance in fourth graders: No effects of gender beliefs (yet?). *Learning and Individual Differences*, 20, 459-463. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.04.003>.
- Tobin, K. G., & 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., & Capie, W. (1982a). 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.
- Tobin, K. G., & Capie, W. (1982b). Development and validation of a group test of integrated science processes. *Journal of Research in Science Teaching*, 19(2), 133-141. doi: 10.1002/tea.3660190205.
- Topses, G. (2006). *Gelişim ve öğrenme psikolojisi*. Ankara: Nobel.
- Tsaparlis, G. (1998). Dimensional analysis and predictive models in problem solving. *International Journal of Science Education*, 20, 335–50. doi: 10.1080/0950069980200306.
- 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., and V. Angelopoulos (2000). A model of problem solving: Its operation, validity, and usefulness in the case of organic synthesis problems. *Science Education*, 84, 131–53. DOI: 10.1002/(SICI)1098-237X(200003)84:2<131::AID-SCE1>3.0.CO;2-4.
- Tsaparlis, G., M. Kousathana, and M. Niaz. (1998). Molecular-equilibrium problems: Manipulation of logical structure and of M-demand, and their effect on student

performance. *Science Education*, 82, 437–54. doi: 10.1002/(SICI)1098-237X(199807)82:4<437::AID-SCE2>3.0.CO;2-C

Tsitsipis, G., Stamovlasis, D., & 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. ERIC Number: EJ884180.

Tsitsipis, G., Stamovlasis, D., & Papageorgiou, G. (2012). A probabilistic model for students' errors and misconceptions on the structure of matter in relation to three cognitive variables. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(4), 777-802.

Tunç Şahin C.ve Say, Ö. (2010). İlköğretim öğrencilerinin bilimsel okuryazarlık düzeylerinin incelenmesi. *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(11), 223–240.

Turgut, M. (2007). *İlköğretim II. kademedeki öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.

Ullman, J. B. (2015). *Yapısal eşitlik modellemesi*. BG Tabachnick, & LS Fidell (Eds.), *Çok değişkenli istatistiklerin kullanımı* (M. Baloglu, Çev.) içinde (s. 681). Ankara: Nobel.

Uttal, D. H., & Cohen, C. A. (2012). Spatial thinking and STEM education: When, why, and how? In 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., Warren, C., & 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., & Newcombe, N. S. (2013a). Exploring and enhancing spatial thinking: Links to achievement in science, technology, engineering, and mathematics? *Current Directions in Psychological Science*, 22, 367–373. <http://dx.doi.org/10.1177/0963721413484756>.

Ünal, H., Bayram, H. ve Sökmen, N. (2002). *Fen Bilgisi Dersinde Temel Kimya Kavramlarının Kavramsal Olarak Öğrenilmesinde Öğrencilerin Mantıksal Düşünme*

- Yeteneklerinin Ve Öğretim Yönteminin Etkisi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulmuştur. ODTÜ, Ankara, <http://old.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/ProgramSonV3.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Vadapally, P. (2014). *Exploring students' perceptions and performance on predict-observe-explain tasks in high school chemistry laboratory*. (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://search.proquest.com>.
- Valanides, N. (1996). Formal reasoning and science teaching. *School Science and Mathematics*, 96(2), 99. Retrieved from researchgate.net.
- Valanides, N. (1997). Formal reasoning abilities and school achievement. *Studies in Educational Evaluation*, 23(2), 169-185. Retrieved from researchgate.net.
- Vandenberg, S.G., & Kuse, A.R. (1978). Mental rotations, a group test of three dimensional spatial visualization. *Perceptual and Motor Skills*, 47, 599-604. doi: 10.2466/pms.1978.47.2.599
- Vaquero, J., Rojas, L., & Niaz, M. (1996). Pascual-Leone and Baddeley's models of information processing as predictors of academic performance. *Perceptual and Motor Skills*, 82, 787-798. Retrieved from researchgate.net.
- Vorstenbosch, M. A., Klaassen, T. P., Donders, A. R. T., Kooloos, J. G., Bolhuis, S. M., & Laan, R. F. (2013). Learning anatomy enhances spatial ability. *Anatomical Sciences Education*, 6 (4), 257-262. doi: 10.1002/ase.1346
- Voyer, D., Voyer, S., & Bryden, M.P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: a meta-analysis and consideration of critical variables. *Psychological Bulletin*, 117, 250-270. Retrieved from researchgate.net.
- Wadsworth, B. J. (2004). *Piaget's theory of cognitive and affective development: Foundations of constructivism*. Longman.
- Wai, J., Lubinski, D., & 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, 817-835. <http://dx.doi.org/10.1037/a0016127>.

- Weiss, E., Siedentopf, C. M., Hofer, A., Deisenhammer, E. A., Hoptman, M. J., Kremser, C., Delazer, M. (2003). *Neuroscience Letters*. 344, 169–172. doi: 10.1016/ S0304-3940(03)00406-3.
- Wenning, C. J. (2006). Assessing nature-of-science literacy as one component of scientific literacy. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 3(4), 3 – 10. Retrieved from http://www2.phy.ilstu.edu/pte/publications/assessing_NOS.pdf
- Wenning, C. J. (2007). Assessing inquiry skills as a component of scientific literacy. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 4(2), 21-24. Retrieved from <http://www2.phy.ilstu.edu/pte/publications>.
- Werthessen, H. (1999). *Instruction in spatial skills and its effect on self-efficacy and achievement in mental rotation and spatial visualization*. (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://search.proquest.com>.
- Westbrook, S.L., & Rogers, L.N. (1994). Examining the development of scientific reasoning in ninth-grade physical science students. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 65–76. doi: 10.1002/tea.3660310107
- Wheaton, B., Muthen, B., Alwin, D. F., & Summers, G. F. (1977). Assessing reliability and stability in panel models. *Sociological Methodology*, 8(1), 84-136. Retrieved from https://www.statmodel.com/bmuthen/articles/Article_001.pdf
- Wigfield, A., & Eccles, J. S. (2000). Expectancy-value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 68 – 81.
- Witkin, H. A., & Goodenough, D. R. (1981). *Cognitive styles: Essence and origins*. New York: International Universities.
- Witkin, H. A., Moore, C. A., Goodenough, D. R., & Cox, P. W. (1977). Field-dependent and field-independent cognitive styles and their educational implications. *Review of Educational Research*4, 7(1), 1-64. DOI: 10.1002/j.2333-8504.1975.tb01065.x.
- Witkin, H. A., Oltman, P. K., Raskin, E., & Karp, S. A. (1971). *A manual for the embedded figures test*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists.
- Wu, H., & Shah, P. (2004). Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. *Science Education*, 88, 465–492. doi:10.1002/sce.10126

- Wuensch, K. L. (2014). An introduction to structural equation modeling (SEM). *Department of Psychology, East Carolina University*, [Word page]. Retrieved from <http://core.ecu.edu/psyc/wuenschk/statslessons.htm>.
- Yager, R. E. (1984). The major crisis in science education. *School Science and Mathematics*, 84(3), 189–198. doi: 10.1111/j.1949-8594.1984.tb09540.x.
- Yaman, S. (2005). Effectiveness on development of logical thinking skills of problem based learning skills in science teaching. *Journal of Turkish Science Education*, 2(1), 31-33. Retrieved from <http://www.tused.org/internet/tused>.
- Yavuzer, H. (2005). *Çocuk psikolojisi*. İstanbul: Remzi.
- Yazıcı, E. (2014). Spatial visualization abilities of field dependent/independent preservice teachers. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 12(2), 371-390. ERIC Number: EJ1039231.
- Yenilmez, A., Sungur, S., & Tekkaya, C. (2006). Students' achievement in relation to reasoning ability, prior knowledge and gender. *Research in Science & Technological Education*, 24(1), 129-138. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1080/02635140500485498>.
- Yetişir, M. İ. (2007). *İlköğretim fen bilgisi öğretmenliği ve sınıf öğretmenliği birinci sınıfında okuyan öğretmen adaylarının fen ve teknoloji okuryazarlık düzeyleri*. (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Yıldırım, A., Özgürlük, B., Parlak, B., Gönen, E., Polat, M. (2016). *Tıms 2015 ulusal matematik ve fen bilimleri ön raporu 4. ve 8. Sınıflar*. Ankara: Meb.
- Yıldız, B. (2009). *Üç boyutlu sanal ortam ve somut materyal kullanımının uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme becerilerine etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Yıldız, B., & Tüzün, H. (2011). Üç-boyutlu sanal ortam ve somut materyal kullanımının uzamsal yeteneğe etkileri (Effects of using three-dimensional virtual environments and concrete manipulatives on spatial ability). *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 498-508. Retrieved from <http://dergipark.ulakbim.gov.tr>.
- Yılmaz, H. (1997). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Konya: Öz Eğitim.

- Yılmaz, T. (2012). *Comparison of the effects of model-based and computer-based instruction on 9th grade students' spatial abilities and conceptual understanding of ionic lattice*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Yildirim, A., & Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin.
- Yolcu, B. (2008). *Altıncı sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerini somut modeller ve bilgisayar uygulamaları ile geliştirme çalışmaları*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Yu, C. Y. (2002). *Evaluating cutoff criteria of model fit indices for latent variable models with binary and continuous outcomes*. (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://search.proquest.com>.
- Yuan, K. H., & Bentler, P. M. (1998). Normal theory based test statistics in structural equation modeling. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 51, 289-309. Retrieved from <https://www3.nd.edu/~kyuan/courses/sem/readpapers/Yuan-Bentler-BJMSP98.pdf>.
- Yüksel, İ. & Ateş, S. (2007). 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.

EKLER



Ek 1. Asıl Uygulama İzni


T.C.
ANKARA VALİLİĞİ
Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 14588481-605.99-E.2703609
Konu : Araştırma izni

08.03.2016

GAZİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Eğitim Bilimleri Enstitüsü)

İlgi: a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 2012/13 nolu Genelgesi.
b) 09/02/2016 tarihli ve 4523 sayılı yazınız.

Üniversiteniz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Doktora Öğrencisi Feride ŞAHİN' in "**7. sınıf öğrencilerinin bilim okuryazarlıkları ve bireysel farklılıkları arasındaki ilişkilerin incelenmesi**" başlıklı tezi kapsamında çalışma yapma talebi Müdürlüğümüzce uygun görülmüş ve araştırmanın yapılacağı İlçe Milli Eğitim Müdürlüğüne bilgi verilmiştir.

Uygulama formunun (54 sayfa) araştırmacı tarafından uygulama yapılacak sayıda çoğaltılması ve çalışmanın bitiminde bir örneğinin (cd ortamında) Müdürlüğümüz Strateji Geliştirme (1) Şubesine gönderilmesini arz ederim.

Ali GÜNGÖR
Müdür a.
Şube Müdürü

Elektronik imzalı
İla Aynıdır.
08/03/2016..


İsmet SUBAŞI

Ek.2 Bilimsel Okuryazarlık Testi Adaptasyon İzni



T.C.
ANKARA VALİLİĞİ
Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 14588481-605.99-E.9713204
Konu: Araştırma İzni

01.10.2015

GAZİ ÜNİVERSİTESİNE
(Eğitim Bilimleri Enstitüsü)

İlgi: a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 2012/13 nolu Genelgesi.
b) 28/08/2015 tarihli ve 3558 sayılı yazınız.

Üniversiteniz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Doktora Öğrencisi Feride ŞAHİN' in "**7. Sınıf Öğrencilerinin Bilim Okuryazarlıkları ve Bireysel Farklılıklar Arasındaki İlişkinin İncelenmesi**" başlıklı tezi kapsamında anket uygulama talebi Müdürlüğümüzce uygun görülmüş ve araştırmanın yapılacağı İlçe Milli Eğitim Müdürlüğüne bilgi verilmiştir.

Anket formunun (10 sayfa) araştırmacı tarafından uygulama yapılacak sayıda çoğaltılması ve çalışmanın bitiminde bir örneğinin (cd ortamında) Müdürlüğümüz Strateji Geliştirme (1) Şubesine gönderilmesini arz ederim.

Ali GÜNGÖR
Müdür a.
Şube Müdürü

...Sıvnlı Elektronik İmzalı
Aslı İle Aynıdır.
01/10/2016

Yaşar SUBAŞI
Şef

Ek 3 Bilimsel Okuryazarlık Testi Kullanım İzni

Re: Scientific Support



Helenrose Fives

10.3.2015 (Salı), 23:25

Siz: birnbaum@mail.montclair.edu; Wendy Huebner (wwhuebner@yahoo.com) ✉

Yanıtla | v

Dear Feride,

You are welcome to use the measure. Versions can be found in the supplemental materials available on the Science Education site under supporting information (<http://onlinelibrary.wiley.com/enhanced/doi/10.1002/sce.21115/#Survey>).

The SLA-D has two versions for use in pre-post test designs, and it has overlapping items. So if you are only collecting data once, you should only use either version of the SLA-D and either one should work the same for you as they are meant to be equitable assessments of scientific literacy.

If you need a shorter version - in the supplemental materials at the end with the answer key we indicate items that can be deleted for a 19 item version either the SLA-D 1 or 2. My colleague Wendy Huebner (cc'd here) is using the 19 item version in her current project. We think the shorter version may be necessary so that students can complete it in a class session (in the US that is typically 40 minutes).

We would love to hear the results of your study!

Good Luck!
hr

On 03/10/15 05:10 PM, feride celik <feride_celik84@hotmail.com> wrote:

Dear Miss/Mrs Fives and Birnbaum,

I'm Research Assistant at Gazi University in Turkey (Department of Science Education). I read your "Developing a Measure of Scientific Literacy for Middle School Students" article. It is very fruitful for science education literature. My doctoral dissertation about individual differences that effect scientific literacy. I want to use your surveys (SLA-D1, SLA-D2, SLA-MB) in 7. grade students in Turkey. Will you please give me admission for this?

If you accept me to use your surveys, I have a question. I have big sample (approximately 2000 students) that's why I want to use only SLA-D1 or SLA-D2 (I will use SLA-MB) . If I use one of them is there any convenience? what would you advice to me ? To use only SLA-D1 or SLA-D2 (I will use SLA-MB) .

Thank you very much, best regards.

--

Research Assistant Feride ÇELİK
Gazi University
Department of Science Education

Ek 4 Bilimsel Okuryazarlık Testi

Yönerge: Her soru için bir cevap seçiniz ve yuvarlak içine alınız.

1. Bir öğrenci balıkların davranışlarını incelemek istemektedir. Bu öğrenci 4 tane küçük akvaryum ve 20 tane de balık alır. Balıkların 8 tanesini birinci akvaryuma, 6 tanesini ikinci akvaryuma, 4 tanesini üçüncü akvaryuma ve 2 tanesini de dördüncü akvaryuma koyar. Öğrenci, bütün akvaryumları aynı miktarda güneş alacak bir yere koyar ve her bir akvaryumun sıcaklığını 25°C 'de sabit olarak tutar. Bu koşullar altında balıkların davranışını gözlemler.



Balık Sayısı	8	6	4	2
Sıcaklık $^{\circ}\text{C}$	25	25	25	25

Öğrenci, bu deneyde aşağıdaki değişkenlerden hangisinin, balıkların davranışlarına olan etkisini bulmayı hedeflemektedir?

- A. Fanustaki balık sayısının balıkların davranışına etkisi
- B. Fanus sıcaklığının balıkların davranışına etkisi
- C. Fanus sıcaklığı ve ışık miktarının balıkların davranışına etkisi
- D. Balık sayısı, fanus sıcaklığı ve ışık miktarının balıkların davranışına etkisi

2. Alper “Ev Ödevine Hayır Grubu” tarafından oluşturmuş bir internet sitesi bulmuştur. Öğrencilere verilen ev ödevlerinin olumlu ve olumsuz yönlerini araştırmak isteyen Alper için, bu site güvenilir bir bilgi kaynağı mıdır?

- A-Evet. Bu grup ev ödevine karşıdır ve ev ödevinin olumlu ve olumsuz yönlerini bilmektedir.
- B-Evet. İnternet sitelerindeki bilgiler her zaman tutarlı ve doğrudur.
- C-Hayır. Bu grup, internet sitesinde ev ödevinin olumsuz yönlerini savunan görüşleri daha fazla ön plana çıkarmış olabilir.
- D-Hayır. Bu grup, muhtemelen ev ödevinin olumlu ve olumsuz yönlerini tartışma konusunda yeterli değildir.

3. Bir kasabada yaşayan insanların % 40'ı bir çeşit hastalığa sahiptir. Bu kasabanın nüfusunun %50'si kadındır. Bu kasabada hasta olanların yüzde kaç kadındır?

- A. % 10
- B. %20
- C. %50
- D. Verilen bilgiler yeterli değil

4.	Aşağıdaki seçeneklerde verilen soruları inceleyiniz. Bu sorulardan hangisi bilimsel yöntem veya yollar kullanılarak <u>cevaplanamaz</u>? A. Her yıl ne kadar dondurma satılıyor? B. Hangi dondurma türü en güzeldir? C. Dondurma buzdolaplarından önce soğuk olarak nasıl muhafaza ediliyordu? D. Bir top dondurmada kaç kalori vardır?
5.	Bir grup öğrenci, kâğıttan uçak yaparak onu en uzun mesafeye uçurmaya çalışmaktadır. Öğrenciler, kullanılan <u>kâğıdın cinsi ve uçağın tasarımının</u>, yapılan uçağın ne kadar uzağa uçacağını etkileyeceğini düşünmektedir. Öğrenciler ilk olarak kâğıdın cinsinin, uçağın uçuş mesafesine etkisini araştırmaktadır. Bu amaçla farklı kâğıt cinslerini kullanarak aynı tasarıma sahip birçok uçak yapmışlardır. Yapılan bütün uçakların aynı tasarıma sahip olması <u>neden önemlidir</u>? A. Öğrenciler, aynı tasarımı kullanarak hem kâğıdın cinsinin hem tasarımın etkisini öğrenebilir. B. Öğrenciler, aynı tasarımı kullanarak tasarımın etkisini öğrenebilir. C. Eğer aynı tasarıma sahip uçak kullanılmazsa kâğıdın cinsinin etkisini bulamazlar. D. Uçakların aynı tasarıma sahip olması <u>önemli değildir</u>, çünkü öğrenciler tasarımın etkisini <u>araştırmamaktadır</u>.

6.

Kerem, Özlem ve Sena bir hafta boyunca her gün 10’ar tane matematik problemi çözmüştür. Her öğrencinin çözümlerindeki doğru cevap sayısı aşağıdaki tabloda gösterilmektedir. Özlem’in en fazla doğru cevap yaptığı kaç gün vardır?

	Pzt	Salı	Çrş	Perş	Cuma
Kerem	4	5	8	6	5
Özlem	3	8	6	5	8
Sena	4	5	5	6	9

A. 1

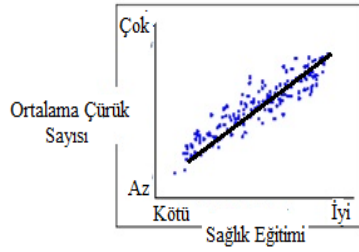
B. 2

C. 3

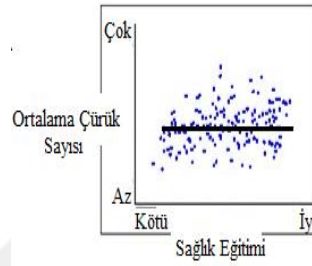
D. 4

7. Aşağıda görülen grafiklerde, sağlık eğitimi ve kişi başına düşen çürük diş sayısı ortalaması arasındaki ilişki görülmektedir. Hangi grafik sağlık eğitimini iyi veren ülkelerdeki kişi başına düşen çürük diş ortalamasının daha az olduğunu göstermektedir?

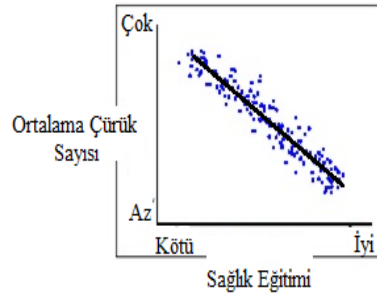
A-



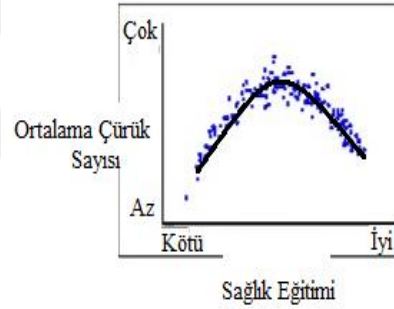
B-



C-



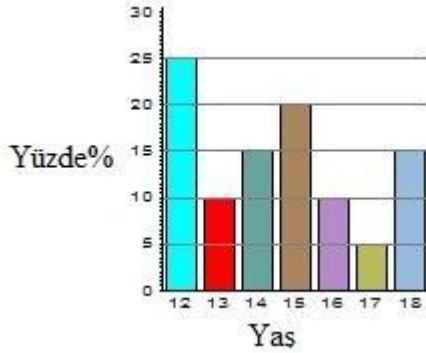
D-



8.	Ozmoz olayı bilimsel olarak, bazı moleküllerin yarı geçirgen bir tabakadan geçebilirken daha büyük moleküllerin engellenmesi olarak ifade edilmektedir. Bu olayın günlük yaşamda, tuzlu sudan saf su elde etmek gibi birçok kullanım alanı vardır. Sizin telefonunuza bir gün “Bilgi, kitaplardan ozmoz yoluyla insanlara aktarıldığı için, yastıklarının altında kitapla uyuyan insanlar ozmoz yoluyla daha iyi notlar alırlar.” ifadesi bulunan bir mesaj gelmiştir. O halde, <u>daha iyi not almanız için</u> yastığınızın altında kitabınızla uyumanız gerekli midir? A. Eğer yarı geçirgen bir yastık kullanırsak, evet. B. Evet, çünkü ozmoz bilinen bir bilimsel süreçtir. C. Hayır, çünkü yastığın altındaki kitaplar uykuyu böler. D. Hayır, çünkü ozmozun notlarla ilgisi yoktur.
9.	Bir ilde her yıl meydana gelen araba kazalarının sayısı kaydedilmektedir. Bir yıl içinde, 4 ve 6 şeritli otoyollarda 1500 tane araba kazası olmuştur. Aynı yılda 2 şeritli otoyollarda meydana gelen kaza sayısı 500’dir. İlin valisi bu verilere dayanarak 4 ve 6 şeritli otoyollarda araba kullanmak 2 şeritli yollarda araba kullanmaktan daha tehlikelidir şeklinde bir sonuca ulaşmıştır. Ulaşılan bu sonuç hakkında ne düşünüyorsunuz? A. Katılıyorum. 4 ve 6 şeritli otoyollar daha tehlikeli olarak bilinir. B. Katılmıyorum. 2 şeritli yollarda meydana gelen kazalar artabilir. C. Katılıyorum. İllerde 4 ve 6 şeritli otoyollar 2 şeritli otoyollardan daha fazladır. D. Katılmıyorum. Her bir otoyolu kaç arabanın kullandığı hesaba katılmamıştır.

10.	Amerika Birleşik Devletleri'nde 2 Şubat günü birçok gazeteci, bir dağ sıçanının davranışlarını izlemek için hayvanat bahçelerine akın eder. Bu ülkede insanlar arasında şöyle bir inanış vardır: Eğer dağ sıçanları barınaklarını bırakır ve dışarıda kalırlarsa, bahar çok yakında gelecek; eğer dağ sıçanları barınaklarına geri kaçarlarsa, 6 haftadan daha fazla kış olacak demektir. Gazeteciler bu yıl, dağ sıçanının yuvasına geri kaçtığını tespit etmişlerdir. Yukarıda verilen senaryodaki <u>en bilimsel gözlem</u> aşağıdakilerden hangisidir? A. Dağ sıçanı barınağına geri dönmüştür. B. Dağ sıçanı insanlardan korkmuştur. C. Kış mevsimi 6 haftadan daha fazla sürecektir D. Dağ sıçanları hava durumunu tahmin etme yeteneğine sahiptir
11.	Soner'in annesi, derslerdeki öğrenci başarısının nasıl artırılabilceği ile ilgili bilimsel bir makale okumuştur. Makaleyi okuduktan sonra, Soner'in en geç akşam 9.00'de uyuması gerektiğine karar vermiştir. Yukarıda <u>bahsedilen bilgiler doğrultusunda</u>, Soner'in annesinin okuduğu makalenin ana fikri aşağıdakilerden hangisi olabilir? A. Akşam saat 9.00'dan önce uyuyan öğrenciler okulda daha az yorulur. B. İyi not alan öğrenciler okuldayken daha zinedir. C. Öğrenciler akşam saat 9.00'dan önce uyuduklarında sınavlardan aldıkları okul notları yükselir. D. Erken yatan öğrenciler ertesi gün daha enerjik olurlar.

12. Grafikte gösterilen kişilerin yüzde kaç 15 yaşından büyüktür?



- A. %20 B. %30
C. %40 D. %50

13. Burak, hangi koşulların fasulye fidelerinin uzunluğunu etkilediğini öğrenmek istemektedir. Bunun için 9 tane deney tüpünün her birine nemli kâğıda sarılmış bir fasulye tohumu yerleştirmiştir. Tüplerden üç tanesini güneş alan bir pencere rafına, diğer üç tüpü aynı odanın karanlık bir köşesine ve kalan üç tüpü de aynı odada bulunan bir buzdolabına koymuştur. Bir hafta sonra her bir tüpteki fasulye fidelerinin uzunluğunu ölçmüştür. Aşağıdaki değişkenlerden hangisi, Burak'ın fasulye fidelerinin uzunluğuna olan etkisini bulmaya çalıştığı değişkenlerdir?

- A. Sıcaklık ve nem C. Işık ve sıcaklık
B. Nem ve test tüpünün uzunluğu D. Işık ve zaman

14. Bir ülkede kişi başına düşen çürük diş sayısı oldukça fazladır. Diş çürükleri hakkında aşağıdaki hangi soru sadece deneysel yöntemlerle cevaplanabilir?

- A. Bu ülkede erkekler mi yoksa kadınlar mı daha fazla diş çürüğüne sahiptir?
B. Su kaynaklarına D vitamini eklenmesi diş çürümelerini etkiler mi?
C. Son 10 yılda çürümüş diş sayısı artış gösterdi mi?
D. Ülkenin bazı bölgelerindeki diş çürüğü diğer bölgelere göre daha yaygın mıdır?

15.	Çanakkale Ortaokulu’nun müdürü okul kantininde daha sağlıklı gıdaların satılmasını istemektedir. Bu amaçla kantinde şeker ve sakız satışlarını kaldırmayı düşünmektedir. Okul müdürü, bu görüşü hakkında öğrencilerin ne düşündüğünü belirlemek istiyor. Müdürün bu konu hakkında öğrencilerin ne düşündüğünü belirlemesinin <u>en uygun yolu</u> hangisidir? A. Spor kulübündeki tüm öğrencilere bir anket uygulamak. B. Sağlık kulübündeki tüm öğrencilere bir anket uygulamak. C. Okuldaki bütün öğrencileri temsil etmesi amacıyla her sınıftan rastgele seçilen 5 öğrenciye anket uygulamak. D. Sadece kantinden şeker ve sakız alan öğrencilere bir anket uygulamak.
16.	Bir belediye meclisi kedileri araba çarpmalarından korumak istiyor. Bunun için sokak kedilerinin toplanıp, barınaklarda koruma altına alınmasını sağlayan bir karar alıyor. Aşağıdakilerden hangisi bu kararın <u>istenmeyen bir etkisi</u> olabilir? A. Fare sayısında artış B. Kedi sayısında azalma C. Araba kazalarında artış D. Araba kazalarında azalma
17.	Meteorolojinin yayınladığı bir hava durumu raporunda “Konya ili yakın gelecekte ciddi bir susuzluk (kuraklık) yaşayacak!” denilmiştir. Aşağıdakilerden hangisi bu iddiayı destekleyecek <u>en önemli kanıt</u> olabilir? A. Haftalık ortalama yağış miktarı B. Haftalık ortalama sıcaklık değeri C. Barajlardaki su seviyelerinin ani düşüp yükselmesi D. Haftalık ortalama bulutlu gün sayısı

18. Bilimsel bir dergi beslenme düzeninin fareler üzerindeki etkisi hakkında bir çalışma yayımlamıştır. Bilim insanları, 6 hafta boyunca 60 erkek fareye sadece köpek maması vermişlerdir. Aynı 6 hafta boyunca diğer 60 fareye normal fare yiyeceği vermişlerdir. Altı haftanın sonunda her iki grupta da, üzerlerinde koyu benek oluşan fareler sayılmıştır. Sonuçlar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

	Koyu benek çıkaran	Koyu benek çıkarmayan	Topla m
Köpek mamasıyla	42	1 8	60
Normal fare yiyeceği ile	16	4 4	60

Bu çalışmada toplanan veriler aşağıdaki sonuçlardan hangisini desteklemektedir?

- A. Fareleri köpek mamasıyla beslemek faydalıdır.
- B. Koyu benekli fareler köpek mamasını tercih eder.
- C. Yiyecek türü ile farelerdeki koyu benekler arasında ilişki vardır.
- D. Beslenmenin farelerde gelişen siyah beneklerle ilgisi yoktur.

Ek 5 Grup Saklı Figürler Testi Kullanım İzni

2/12/2015

Mind Garden, Inc. Mail - Mind Garden: Sales Receipt for Order 34957



Mind Garden <info@mindgarden.com>

Mind Garden: Sales Receipt for Order 34957

1 message

info@mindgarden.com <info@mindgarden.com>

Thu, Feb 12, 2015 at 1:45 PM

To: feride_celik84@hotmail.com

Cc: info@mindgarden.com, bobmost@msn.com, mindgardeninfo@gmail.com

The following order was placed with Mind Garden, Inc. Your order contains at least one paper product. You will be notified via email when we ship that part of your order.

We appreciate your business. If you have any questions about your order please contact us by either replying to this e-mail or calling our office at 1-650-322-6300.

Sales Receipt for Order 34957

Placed on Thursday, February 12, 2015 at 1:45 pm (PST, UTC-8)

Ship To:

FERIDE SAHIN
feride_celik84@hotmail.com
003870603471320

Ferhadija 26
Sarajevo Bosnia 71000
BA (Bosnia)

Bill To:

FERIDE SAHIN
feride_celik84@hotmail.com
003870603471320

Ferhadija 26
Sarajevo Bosnia 71000
BA (Bosnia)

Product	Code	Quantity	Price/Each	Total
GEFT Inventory Booklets (25) Instructions in English and Turkish Format: shipped paper document	GEFT- Booklets(paper)	1	\$50.00	\$50.00
Shipping: FedEx International Economy®:				\$172.04
Sales Tax:				\$0.00
Order Total:				\$222.04

Ek 6 Şekil Kesişim Testi Kullanım İzni



Juan Pascual-Leone

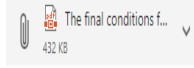
15.2015 (Cum), 00:30

Siz: Janice Johnson (janicej@yorku.ca) ✕



Yanıtla | v

çalışma hafızası için



İndir OneDrive - Kişisel konumuna kaydet

Research Assistant: Feride ŞAHİN

Gazi University

Department of Science Education

Beşevler/ANKARA/TURKEY

Dear Mr. Sahin:

For some reason I missed your previous letter, my apologies. I have just verified that it came to my mail but, who knows why, I missed it. I have read your attachment, which reproduces my Letter of Agreement for the use of my psychological tests (who gave you this form?).

Dr. Janice Johnson, my collaborator and co-director of our Developmental Processes Lab, who will receive this letter, will soon be sending you a copy of the version of the FIT we normally send upon demand -- with a basic manual for its use and data analysis, as well as one or two basic papers. If you decide against use of the test for your research I am asking you to send the test material back without making copies.

Once we know that you are using the FIT in your work we can send you some other papers and be open to your questions to clarify the use of the test.

Cordially,

JuanPL

----- Forwarded Message -----

Subject: FW: Scientific Support

Date: Thu, 30 Apr 2015 23:55:18 +0300

From: Feride Çelik <feride_celik84@hotmail.com>

Ek 7 Zihinsel Döndürme Testi Kullanım İzni

Re: Bilimsel Destek



BAHADIR YILDIZ <bahadir@bahadiyildiz.net>
24.2.2016 (Çar), 00:19
Siz



Yanıtla

uzamsal yetenek izin



2 ekin (1 MB) Tümüünü indir Tümüünü OneDrive - Kişisel konumuna kaydet

Merhaba Feride

Testi ekte gönderiyorum. Çalışmada kullanabilirsin.

Başarılar dilerim...

23 Şubat 2016 22:59 tarihinde feride çelik <feride_celik84@hotmail.com> yazdı:

Merhaba Hocam,

Ben Gazi Üniversitesi Fen Bilgisi Eğitimi ABD'da Araştırma Görevlisi olarak görev yapıyorum. Doktora tezimde inceleyeceğim değişkenlerden birisi 7. sınıf öğrencilerinin uzamsal yetenekleri olacak. İlgili literatürü incelediğimde, sizin adaptasyonunuzu yaptığınız Zihinsel Döndürme Testi'nin, çalışmamın amacına ve evrenine çok uygun olduğuna karar verdim. Eğer sizin için bir mahsuru yoksa tezimde bu ölçeği kullanmayı çok isterim. Destüğünüz için şimdiden teşekkür ederim. Saygılarımla, iyi çalışmalar.

--

Arş. Gör. Feride ŞAHİN
Gazi Üniversitesi
Gazi Eğitim Bilimleri Enstitüsü
İlköğretim Bölümü
Fen Bilgisi Eğitimi ABD

Tel: (0312) 202 37 68

Ek 8 Yapısal Model Output

DATA: FILE IS g.dat;

VARIABLE: NAMES ARE TBOS TKONUDE TOZYETER
TINANC TMENTAL TBILISL TMANTIK TZIHINSL
KD1-KD6 S01-S18 OZY1-OZY8 IN01-IN11 C;
USEVARIABLES = TMENTAL TBILISL TMANTIK
TZIHINSL S01-S18;
CATEGORICAL ARE S01-S18;

MODEL:
BOS BY S01-S18;
BOS on TBILISL TMANTIK
TZIHINSL TMENTAL;
TMANTIK on TMENTAL TBILISL TZIHINSL;
TMENTAL on TBILISL;
TZIHINSL on TMENTAL TBILISL;
TBILISL;

OUTPUT: SAMPSTAT RESIDUAL STANDARDIZED
MODINDICES TECH4;

MODEL FIT INFORMATION

Number of Free Parameters 54

Chi-Square Test of Model Fit

Value	280.250*
Degrees of Freedom	203
P-Value	0.0003

* The chi-square value for MLM, MLMV, MLR, ULSMV, WLSM and WLSMV cannot be used for chi-square difference testing in the regular way. MLM, MLR and WLSM chi-square difference testing is described on the Mplus website. MLMV, WLSMV, and ULSMV difference testing is done using the DIFFTEST option.

RMSEA (Root Mean Square Error Of Approximation)

Estimate	0.022
90 Percent C.I.	0.015 0.027
Probability RMSEA <= .05	1.000

CFI/TLI

CFI	0.972
TLI	0.968

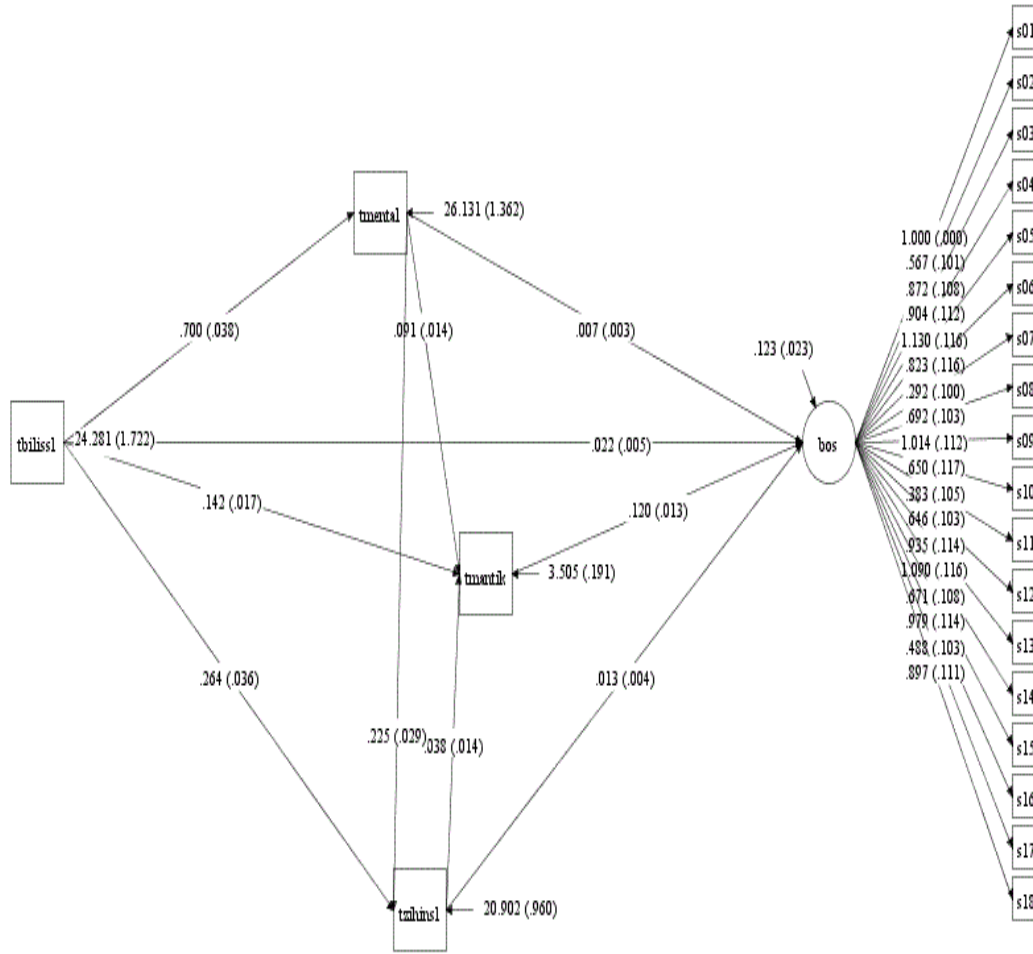
Chi-Square Test of Model Fit for the Baseline Model

Value	2991.497
Degrees of Freedom	231
P-Value	0.0000

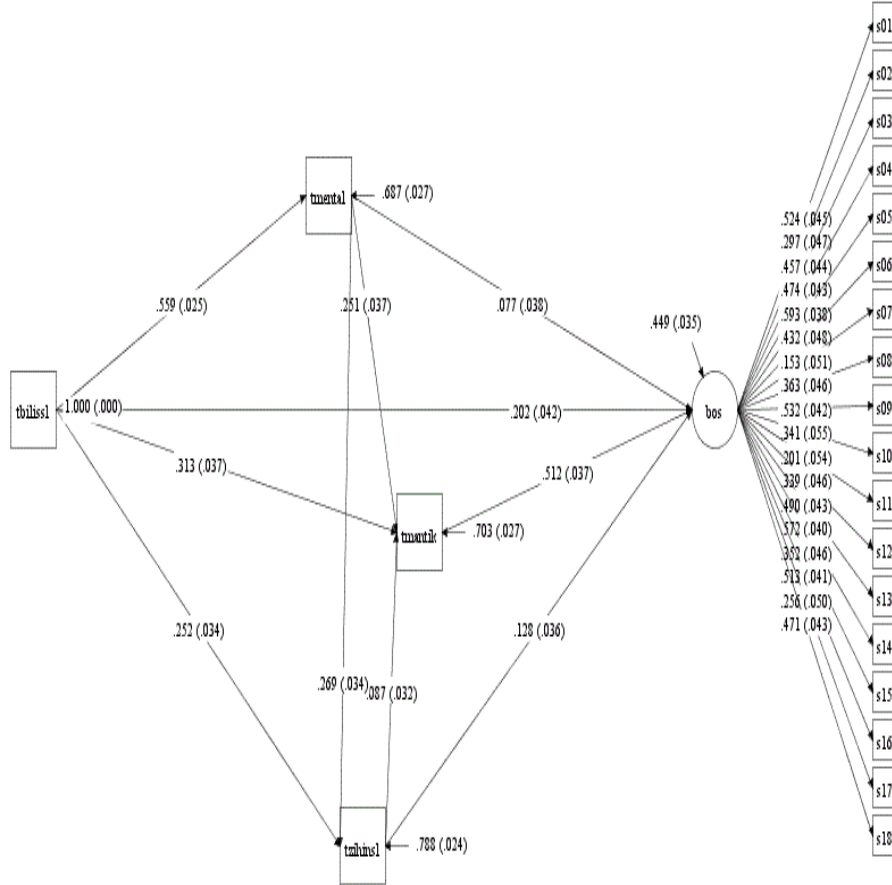
WRMR (Weighted Root Mean Square Residual)

Value	0.926

Ek 9 Yapısal Model Yol Diagramı (Standartlaştırılmamış Regresyon Katsayıları ve Standart Hatalar)



Ek 10 Yapısal Model Yol Diagramı (Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları ve Standart Hatalar)



Ek 11 Yapısal Model Output (Kız)

MODEL FIT INFORMATION

Number of Free Parameters 54

Chi-Square Test of Model Fit

Value	262.785*
Degrees of Freedom	203
P-Value	0.0030

* The chi-square value for MLM, MLMV, MLR, ULSMV, WLSM and WLSMV cannot be used for chi-square difference testing in the regular way. MLM, MLR and WLSM chi-square difference testing is described on the Mplus website. MLMV, WLSMV, and ULSMV difference testing is done using the DIFFTEST option.

RMSEA (Root Mean Square Error Of Approximation)

Estimate	0.026
90 Percent C.I.	0.016 0.034
Probability RMSEA <= .05	1.000

CFI/TLI

CFI	0.958
TLI	0.952

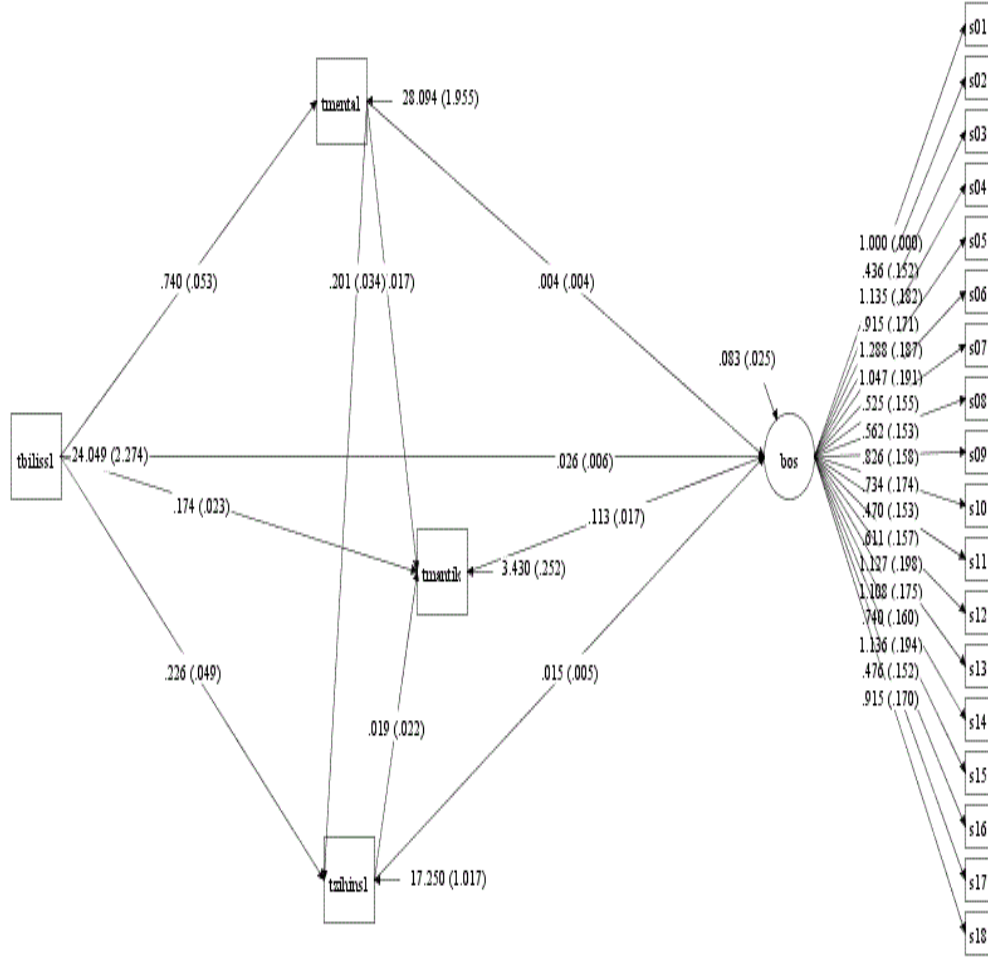
Chi-Square Test of Model Fit for the Baseline Model

Value	1655.049
Degrees of Freedom	231
P-Value	0.0000

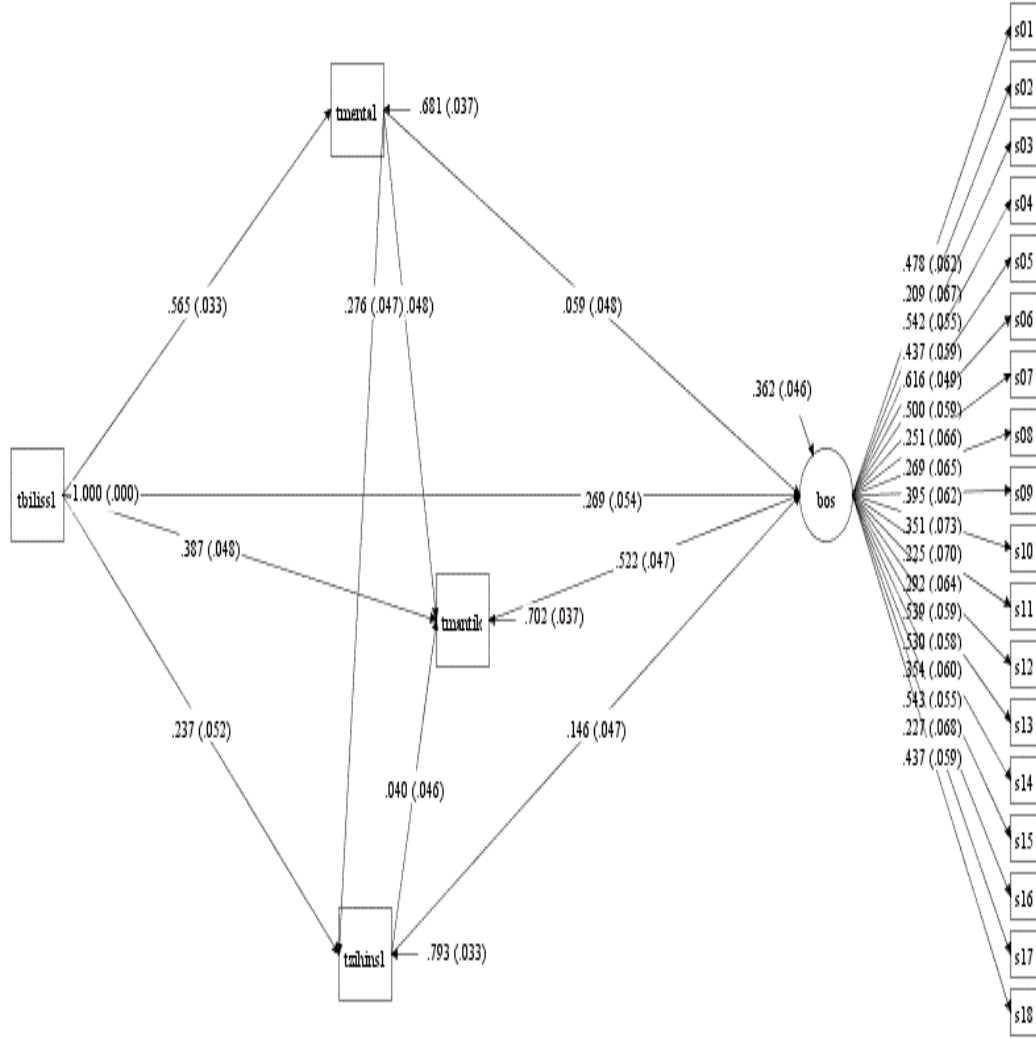
WRMR (Weighted Root Mean Square Residual)

Value	0.906

Ek 12 Yapısal Model Yol Diagramı (Standartlaştırılmamış Regresyon Katsayıları ve Standart Hatalar, Kız)



Ek 13 Yapısal Model Yol Diagramı (Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları ve Standart Hatalar, Kız)



Ek 14 Yapısal Model Output (Erkek)

MODEL FIT INFORMATION

Number of Free Parameters 54

Chi-Square Test of Model Fit

Value	212.463*
Degrees of Freedom	203
P-Value	0.3101

* The chi-square value for MLM, MLMV, MLR, ULSMV, WLSM and WLSMV cannot be used for chi-square difference testing in the regular way. MLM, MLR and WLSM chi-square difference testing is described on the Mplus website. MLMV, WLSMV, and ULSMV difference testing is done using the DIFFTEST option.

RMSEA (Root Mean Square Error Of Approximation)

Estimate	0.011
90 Percent C.I.	0.000 0.025
Probability RMSEA <= .05	1.000

CFI/TLI

CFI	0.992
TLI	0.991

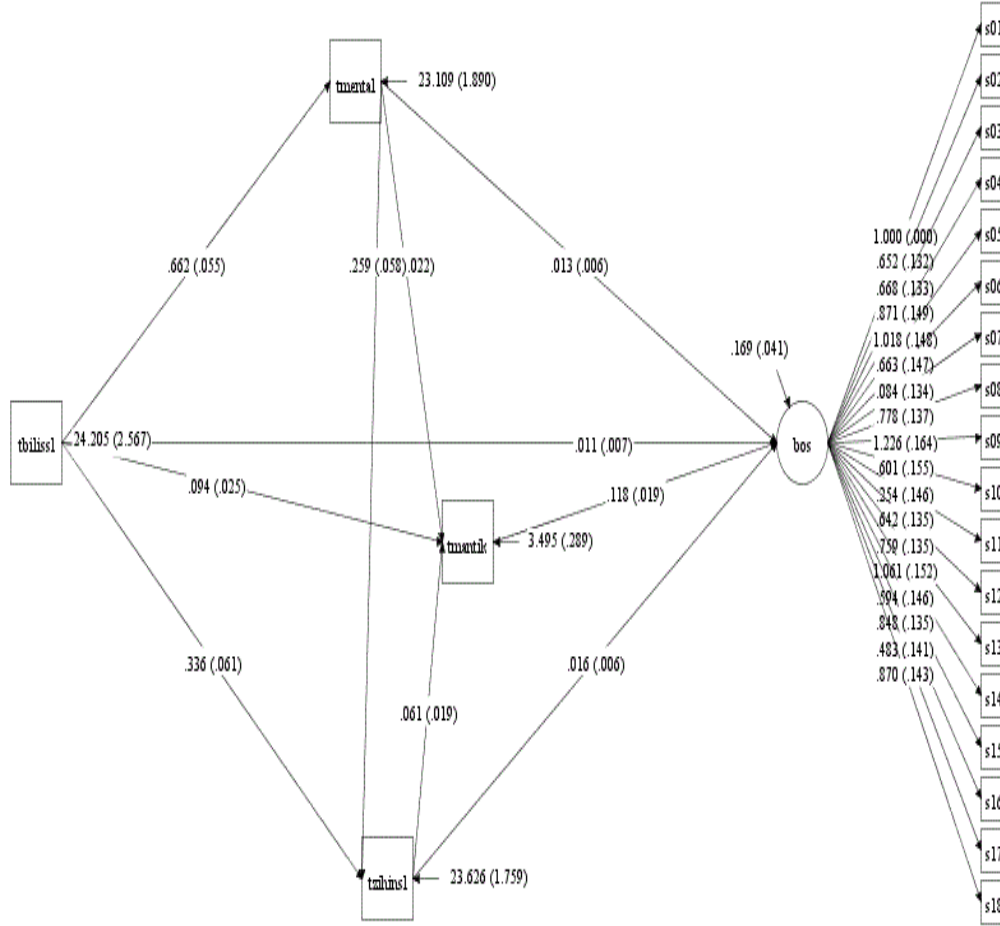
Chi-Square Test of Model Fit for the Baseline Model

Value	1425.716
Degrees of Freedom	231
P-Value	0.0000

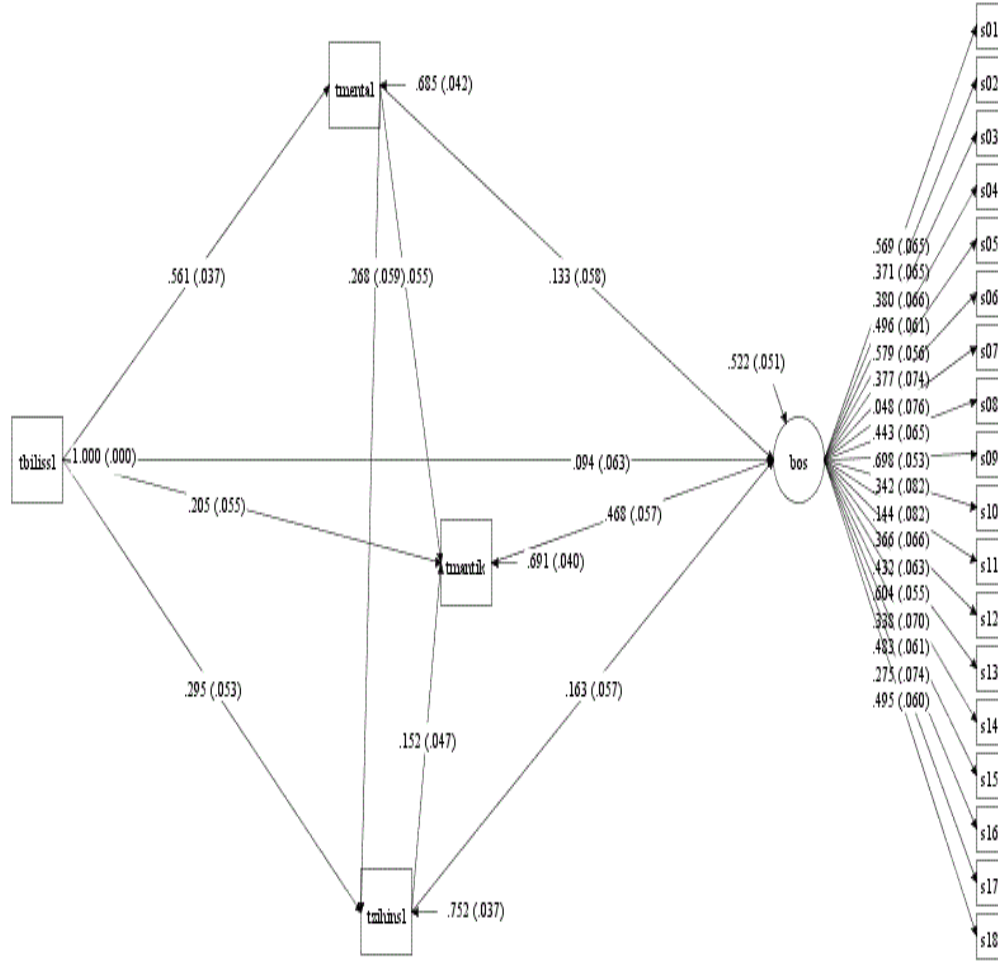
WRMR (Weighted Root Mean Square Residual)

Value	0.789

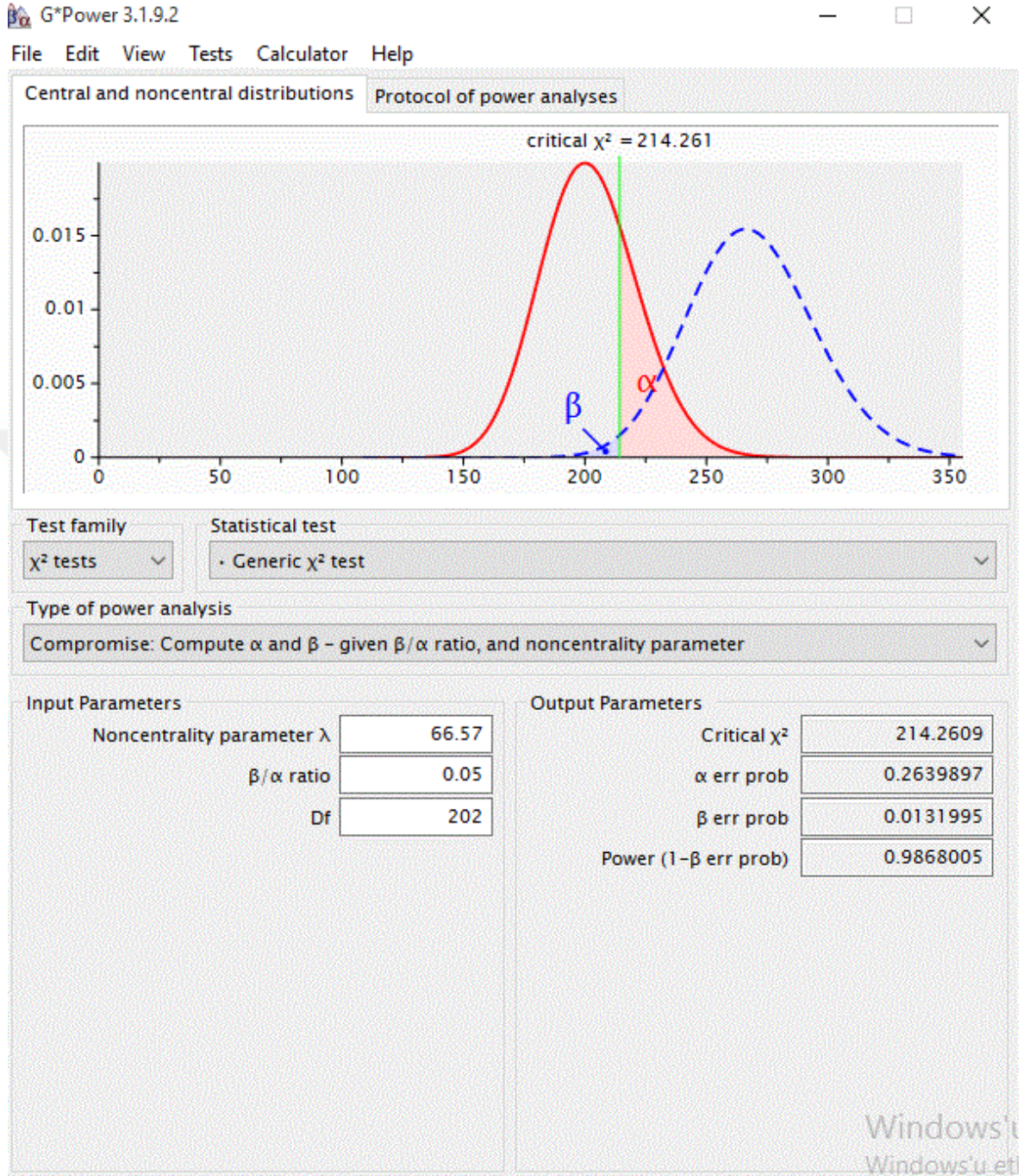
Ek 15 Yapısal Model Yol Diagramı (Standartlaştırılmamış Regresyon Katsayıları ve Standart Hatalar, Erkek)



Ek 16 Yapısal Model Yol Diagramı (Standartlaştırılmış Regresyon Katsayıları ve Standart Hatalar, Erkek)



Ek 17. Güç Analizi





GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..