T.C.

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EĞİTİM BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

EĞİTİM PROGRAMLARI VE ÖĞRETİM BİLİM DALI

SEKİZİNCİ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİK BAŞARILARINI AÇIKLAYAN BİR YAPISAL EŞİTLİK MODELİ

Eyüp YURT

DOKTORA TEZİ

Danışman

Prof. Dr. Ali Murat SÜNBÜL

Konya–2014

T.C.NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

BİLİMSEL ETİK SAYFASI

Öğrencinin	Adı Soyadı	Eyüp YURT
	Numarası	118301033002
	Ana Bilim / Bilim Dalı	Eğitim Bilimleri / Eğitim Programları ve Öğretim
	Programı	Doktora
	Tezin Adı	Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Matematik Başarısını Açıklayan Bir Yapısal Eşitlik Modeli

Bu tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını bildiririm.

Eyüp Yurt

T.C.NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

DOKTORA TEZİ KABUL FORMU

Öğrencinin	Adı Soyadı	Eyüp YURT
	Numarası	118301033002
	Ana Bilim / Bilim Dalı	Eğitim Bilimleri / Eğitim Programları ve Öğretim
	Programı	Doktora
	Tez Danışmanı	Prof. Dr. Ali Murat SÜNBÜL
	Tezin Adı	Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Matematik Başarılarını Açıklayan Bir Yapısal Eşitlik Modeli

Yukarıda adı geçen öğrenci tarafından hazırlanan Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Matematik Başarılarını Açıklayan Bir Yapısal Eşitlik Modeli başlıklı bu çalışma 19/09/2014 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği ile başarılı bulunarak, jürimiz tarafından doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı Soyadı	Danışman ve Üyeler	İmza
Prof. Dr. Ali Murat SÜNBÜL	Danışman	
Doç. Dr. Ömer BEYHAN	Üye	
Yrd. Doç. Dr. Muhittin ÇALIŞKAN	Üye	
Yrd. Doç. Dr. Ahmet KURNAZ	Üye	
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin SERÇE	Üye	

T.C.NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

TEŞEKKÜR

Araştırma sürecinin planlanması, uygulanması ve raporlaştırılması aşamalarında birçok kişinin katkıları olmuştur. Bu kişilerden öncelikle bu güne kadar gerek akademik gerekse diğer bütün konularda bana emeği geçen çok değerli hocam Prof. Dr. Ali Murat SÜNBÜL'e teşekkür ederim.

Ayrıca araştırma sürecinin tüm aşamalarında desteklerini gördüğüm hocalarım Yrd. Doç. Dr. Muhittin ÇALIŞKAN'a ve Yrd. Doç. Dr. Ahmet Kurnaz'a teşekkür ederim.

Ayrıca tez çalışmam süresince maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen değerli aileme özellikle teşekkür ederim.

Eyüp YURT

Konya, 2014

T.C.NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Öğrencinin		
	Adı Soyadı	Eyüp YURT
	Numarası	118301033002
	Ana Bilim / Bilim Dalı	Eğitim Bilimleri / Eğitim Programları ve Öğretim
	Programı	Doktora
	Tez Danışmanı	Prof. Dr. Ali Murat SÜNBÜL
	Tezin Adı	Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Matematik Başarısını Açıklayan Bir Yapısal Eşitlik Modeli

ÖZET

Bu çalışmada ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin Matematiksel Problem Çözme Becerileri, Matematik Öz Yeterlik Kaynakları, Uzamsal Yetenekleri, Matematiksel Muhakeme Becerileri ve Matematik Başarıları arasındaki açıklayıcı ve yordayıcı ilişkilerin bir model üzerinde incelenmesi amaçlanmıştır. Tarama modeliyle gerçekleştirilen araştırmanın örneklemini Konya merkezinde farklı ortaokullarda öğrenim gören 470 sekizinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Öğrencilerin 238'i kız (%50,6), 232'si erkektir (%49,4). Araştırmada öğrencilerin öz-yeterlik inançlarının belirlenmesinde Matematik Öz Yeterlik Kaynakları Ölçeği; problem çözme becerilerinin ölçülmesinde Problem Çözme Testi; muhakeme becerilerinin ölçülmesinde Muhakeme Testi; uzamsal yeteneklerinin belirlenmesinde Zihinsel Çevirme ve Kâğıt Katlama Testleri; matematik başarılarının ölçülmesinde ise Matematik Başarı Testi kullanılmıştır.

Araştırmada verilerin analiz edilmesinde betimsel istatistikler ve Yapısal Regresyon Modeli analizi kullanılmıştır. Betimsel analiz sonuçlarına göre araştırmaya katılan sekizinci sınıf öğrencilerinin: Problem Çözme Becerileri, Zihinsel Çevirme Yetenekleri ve Muhakeme Becerilerinin düşük düzeyde; Uzamsal Görselleştirme Yeteneklerinin, Matematik Öz-Yeterlik Kaynaklarına göre hesaplanan Matematik Öz-Yeterlik inançlarının ve Matematik Başarılarının ise orta düzeyde olduğu anlaşılmıştır. Yapısal Regresyon Modeli analizi sonuçlarına göre, araştırmaya katılan sekizinci sınıf öğrencilerinin:

Öz-yeterlik kaynaklarına bağlı olarak belirlenen öz-yeterlik inançlarının:

- Matematiksel Muhakeme Becerisini doğrudan pozitif yönlü,
- Uzamsal Yeteneği hem doğrudan hem de dolaylı olarak pozitif yönlü,
- Problem Çözme Becerisini hem doğrudan hem de dolaylı olarak pozitif yönlü,
- Matematik Başarısını hem doğrudan hem de dolaylı olarak pozitif yönlü etkilediği görülmüştür.

Matematiksel Muhakeme Becerilerinin;

- Uzamsal Yeteneği doğrudan pozitif yönlü,
- Problem Çözme Becerisini hem doğrudan hem de dolaylı olarak pozitif yönlü,
- Matematik Başarısını ise sadece dolaylı olarak pozitif yönlü etkilediği görülmüştür.

Uzamsal Yeteneklerinin;

- Problem Çözme Becerisini doğrudan pozitif yönlü,
- Matematik Başarısını ise hem doğrudan hem de dolaylı olarak pozitif yönlü etkilediği görülmüştür.

Ayrıca, öğrencilerin Matematiksel Problem Çözme Becerilerinin, Matematik Başarısına doğrudan pozitif yönlü bir etkisinin bulunduğu anlaşılmıştır. Diğer yandan, Matematik Başarısına doğrudan ve dolaylı etkileri bulunan; Matematiksel Problem Çözme Becerisi, Matematik Öz Yeterlik Kaynakları, Uzamsal Yetenek ve Matematiksel Muhakeme Becerisi, Matematik Başarısındaki değişimin yaklaşık %75'ini açıklamaktadır ve bu değişkenler matematik başarısı üzerinde geniş düzeyde bir etkiye sahiptir. Öz-yeterliği destekleyici bir ortamda, bu beceri ve yetenekleri geliştirecek etkinliklerin uygulanması, matematik başarısını önemli ölçüde artırabilir.

Anahtar Kelimeler: Matematik Başarısı, Muhakeme Becerisi, Problem Çözme Becerisi, Uzamsal Yetenek, Matematik Öz-Yeterlik Kaynakları, Öz-Yeterlik, Yapısal Eşitlik Modellemesi

T.C.NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Öğrencinin		
	Adı Soyadı	Eyüp YURT
	Numarası	118301033002
	Ana Bilim / Bilim Dalı	Eğitim Bilimleri / Eğitim Programları ve Öğretim
	Programı	Doktora
	Tez Danışmanı	Prof. Dr. Ali Murat SÜNBÜL
	Tezin İngilizce Adı	A Structural Equation Model Explaining the Mathematics Achievements of the 8th Grade Students

SUMMARY

The purpose of this study was to investigate, via a model, the explanatory and predictive relationships among the Mathematical Problem Solving Skills, Sources of Mathematics Self-Efficacy, Spatial Abilities, Mathematical Reasoning Skills and Mathematics Achievements of secondary school 8th grade students. The sample of the study, which was conducted in the survey model, consisted of 470 8th grade students attending different secondary schools in the centre of Konya. 238 of the students were female (50,6 %), whereas 232 were male (49,4 %). In the study, Scale of Sources of Mathematics Self-Efficacy was used in determining the students' self-efficacy; Problem Solving Test was used in measuring their problem solving skills; Reasoning Test was used in measuring their reasoning skills; Mental Rotation and Paper Folding Tests were used in measuring their spatial abilities and Mathematics Achievement Test was used in measuring their mathematics achievement.

The data collected in the study were analyzed using descriptive statistics and the Structural Regression Model. According to the results obtained from descriptive statistics analysis, it was understood that Problem Solving Skills, Mental Rotation Skills and Reasoning Skills of the 8th grade students were low, whereas their Spatial Visualization Abilities, Mathematics Self-Efficacy beliefs calculated on the basis of their Mathematics Self-Efficacy Sources and Mathematics Achievements were at a medium level. In addition, according to the results obtained from Structural Regression Model Analysis, it was observed that:

The 8th grade students' self-efficacy beliefs determined according to their self-efficacy sources affected;

- Mathematical Reasoning Skill directly and in a positive way,
- Spatial Ability both directly and indirectly and in a positive way,
- Problem Solving Skill both directly and indirectly and in a positive way,
- Mathematics Achievement both directly and indirectly and in a positive way.

Their Mathematical Reasoning Skills affected;

- Spatial Ability directly and in a positive way,
- Problem Solving Skill both directly and indirectly and in a positive way,
- Mathematics Achievement only directly and in a positive way.

Their Spatial Abilities affected;

- Problem Solving Skill directly and in a positive way,
- Mathematics Achievement both directly and indirectly and in a positive way.

Moreover, it was understood that the students' Mathematical Problem Solving Skills had a direct and positive effect on Mathematics Achievement. On the other hand, Mathematical Problem Solving Skill, Sources of Mathematical Self-Efficacy, Spatial Ability and Mathematical Reasoning Skill, which have direct and indirect effects on Mathematics Achievement, account for 75 % of the variation in Mathematics Achievement and these variables have large-scale effects on Mathematics Achievement. Implementation of activities that will enhance these skills and abilities in an environment supportive of self-efficacy may significantly increase Mathematics Achievement.

Key Words: Mathematics Achievement, Reasoning Skill, Problem Solving Skill, Spatial Ability, Sources of Mathematics Self-Efficacy, Self-Efficacy, Structural Equation Modeling

İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİK SAYFASI ii
DOKTORA TEZİ KABUL FORMU iii
TEŞEKKÜR iv
ÖZET v
SUMMARY vii
İÇİNDEKİLER ix
TABLOLAR LİSTESİ xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ xv
KISALTMALAR ve SİMGELER 1
GİRİŞ 3
1.1. Araştırmanın Amacı 11
1.2. Hipotezler 13
1.3. Araştırmanın Önemi 14
1.4. Tanımlar 15
2. BÖLÜM 16
KURAMSAL AÇIKLAMALAR ve İLGİLİ ARAŞTIRMALAR 16
2.1. Problem ve Matematiksel Problem 16
2.1.1. Problem Çözme Modelleri 20
2.1.2. Problem Çözme ve Uzamsal Yetenek 26
2.1.3. Problem Çözme ve Muhakeme 28
2.2. Uzamsal Yetenek ve Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri 30
2.2.1. Uzamsal Yetenek ve Muhakeme 42
2.3. Muhakeme (Akıl Yürütme) 43

2.3.1. Muhakeme Yaklaşımları 46
2.3.2. Matematiksel Muhakeme 53
2.4. Öz-yeterlik 56
2.4.1. Sosyal Bilişsel Kuram 58
2.4.2. Öz-yeterlik Kaynakları 63
2.5. İlgili Araştırmalar 66
3. BÖLÜM 75
YÖNTEM 75
3.1. Araştırmanın Modeli 75
3.2. Evren ve Örneklem 75
3.3. Kullanılan Ölçme Araçları 77
3.3.1. Matematik Başarı Testi 77
3.3.1.1. Matematik Başarı Testinin DFA Çalışması 79
3.3.2. Matematiksel Problem Çözme Testi 81
3.3.2.1. Matematiksel Problem Çözme Testinin DFA Çalışması 84
3.3.3. Matematiksel Muhakeme Testi 86
3.3.3.1. Matematiksel Muhakeme Testinin DFA Çalışması 89
3.3.4. Matematik Öz-yeterlik Kaynakları Ölçeği 91
3.3.4.1. MÖKÖ'nin Dilsel Eşdeğerlik Çalışması 94
3.3.4.2. MÖKÖ'nin Puanlanması 94
3.3.4.3. MÖKÖ'nin Geçerlik Çalışması 95
3.3.4.3.1. MÖKÖ'nin Açımlayıcı Faktör Analizi 95
3.3.4.3.2. MÖKÖ'nin Doğrulayıcı Faktör Analizi 98
3.3.4.3.3. MÖKÖ'nin Boyutları Arasındaki İlişkiler 100
3.3.4.3.4. MÖKÖ'nin Güvenirlik Çalışması 101

3.3.4.3.5. MÖKÖ’nin Test Tekrar Test Güvenirlik Çalışması............. 102

3.3.4.3.6. MÖKÖ’nin Ayırt Edici Geçerliğinin İncelenmesi............... 103

3.3.4.3.7. MÖKÖ’nin Ölçüt Geçerliği Çalışması................................ 104

3.3.4.4. MÖKÖ’nin Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmalarının Özeti........... 105

3.3.5. Uzamsal Yetenek 105

3.3.5.1. Kâğıt Katlama Testi (Paper Folding Test).................................. 106

3.3.5.2. Zihinsel Çevirme Testi (Mental Rotation Test)........................... 106

3.4. Veri Toplama Süreci 107

3.5. Verilerin Analizi.. 108

4. BÖLÜM 110

BULGULAR.. 110

4.1. Veri Analizi Öncesi Yapılan İşlemler... 110

4.1.1. Verilerin Düzenlenmesi 110

4.1.1.1. Verilerin Doğrulanması 110

4.1.1.2. Kayıp Değerlerin Analizi.. 111

4.1.1.3. Aykırı Değerlerin analizi 112

4.1.2. Betimsel Bulgular 113

4.1.3. Varsayımların İncelenmesi 116

4.1.3.1. Tek Değişkenli Normallik 116

4.1.3.2. Çok Değişkenli Normallik ve Doğrusallık 117

4.1.3.3. Çoklu Doğrusal Bağlantı 118

4.1.3.4. Örneklem hacmi... 119

4.2. Yapısal Eşitlik Modeli Analizine İlişkin Bulgular.............................. 120

4.2.1. Yapısal Regresyon Modeli... 120

4.2.2. Etki Büyüklüğü 127

4.2.3. Güç Analizi 128
5. BÖLÜM 129
Sonuç Tartışma ve Öneriler 129
5.1. Öz-yeterlik 129
5.2. Uzamsal Yetenek 132
5.3. Problem Çözme 135
5.4. Muhakeme 137
5.5. Matematik Başarısı 140
5.6. Genel Sonuçlar 140
KAYNAKÇA 142
EKLER 161
Özgeçmiş 182

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Farklı Kaynaklara Göre Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri 38

Tablo 2.Uzamsal Yetenek Bileşenleri 40

Tablo 3. Farklı uzunluk parçalarının Sayısını Bulmak İçin Oluşturulabilecek Tablo 48

Tablo 4. Tümevarımsal ve Tümdengelimsel Muhakeme Yaklaşımlarının Karşılaştırılması 50

Tablo 5. Araştırmanın Örnekleminde Yer Alan Öğrencilerin Demografik Bilgileri 76

Tablo 6. Matematik Başarı Testi Sorularının Konu Analizi 78

Tablo 7. Matematik Başarı Testi Sorularının Güçlük ve Ayırt Edicilik katsayıları .. 79

Tablo 8. Matematik Başarı Testine Ait Uyum Değerleri.. 80

Tablo 9. Matematik Problem Çözme Testi Puanlama Yönergesi 83

Tablo 10. Matematik Problem Çözme Testinin Pilot Çalışmasına Katılan Öğrencilerin Matematik Başarılarına Göre Dağılımları 84

Tablo 11. Problem ÇözmeTestine Ait Uyum Değerleri 85

Tablo 12. Muhakeme Testi Puanlama Yönergesi 89

Tablo 13. Muhakeme Testine Ait Uyum Değerleri 90

Tablo 14. MÖKÖ Maddelerinin Ortak Faktör Varyansı ve Faktör Yükleri 97

Tablo 15. Faktörlerin Öz Değerleri ve Açıkladıkları Varyansların Yüzdeleri 98

Tablo 16. Matematik Öz-Yeterlik Kaynakları Ölçeğinin DFA Analizine İlişkin Elde Edilen Uyum Değerleri 99

Tablo 17. MÖKÖ'nin Boyutlarından Elde Edilen Puanların Ortalama, Standart Sapma ve Boyutlar Arasındaki Korelasyon Katsayısı Değerleri 101

Tablo 18. MÖKÖ için Hesaplanan Güvenirlik Katsayıları 102

Tablo 19. MÖKÖ'nin Test Tekrar Güvenirliğine İlişkin Betimsel Bilgiler ve Korelasyon Katsayıları 103

Tablo 20. MÖKÖ'nin Ölçüt Geçerliği Çalışması Sonuçları.................................. 104

Tablo 21. Veri Toplama Araçları ve uygulama Süreci 107

Tablo 22. Betimsel Bulgular 115

Tablo 23. Tek Değişkenli Normal Dağılım Analizi 116

Tablo 24. Modelde Yer Alan Değişkenler Arasındaki Korelasyon Değerleri......... 119

Tablo 25. Yapısal Regresyon Modeline İlişkin Uyum Değerleri 121

Tablo 26. Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler Arasındaki Toplam Etkiler 122

Tablo 27. Her Bir Yapısal Eşitlik İçin Hesaplanan Etki Büyüklük Değerleri......... 127

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Matematik Başarısını Etkileyen Bilişsel ve Duyuşsal Faktörler 11

Şekil 2. Test Edilen ve Matematik Başarısını Açıklayan Yapısal Eşitlik Modeli 13

Şekil 3. Gerçek Dünya ve Matematik Dünyası Arasındaki Döngü, (Altun, 2000) ... 18

Şekil 4. Polya'nın Problem Çözme Modeli 20

Şekil 5. Bilişsel-Metabilişsel Matematik Problem Çözme Modeli (Montague ve Applegate, 1993) 24

Şekil 6. IDEAL Problem Çözme Modeli 25

Şekil 7. Problem Çözmede Benzetime Dayalı Muhakeme Süreci (English, 2004)... 29

Şekil 8. Kimura'ya (1999) Göre Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri 33

Şekil 9. Carroll'a (1993) Göre Uzamsal Yetenek Bileşenleri 35

Şekil 10. Uzamsal Görselleştirme (UG) ve Uzamsal İlişkilere (Uİ) Ait Örnek Test Maddeleri 41

Şekil 11. Farklı uzunluk parçaları ile oluşturulmuş bir örüntü (NCTM, 2000, s. 266). 47

Şekil 12. Üçgen Eşitsizliği Bağıntısı 48

Şekil 13. Tümevarımsal ve Tümdengelimsel Muhakeme Yaklaşımları ile Muhakeme Süreci 49

Şekil 14. İç İçe Geçmiş Matematiksel Yeterlik Halkaları (Kilpatrick vd., 2001) 55

Şekil 15. Sosyal Bilişsel Kurama Göre Karşılıklı Belirleyicilik 60

Şekil 16. Öz-yeterlik Kaynakları (Bandura, 1997) 65

Şekil 17. İstatistik Tutum-Kazanım Modeli (Emmioğlu, 2011) 68

Şekil 18.Matematik Başarısı Modeli (Kalender, 2010) 69

Şekil 19. Matematik Başarısı Yapısal Eşitlik Modeli (Fadlelmula, 2011) 70

Şekil 20. Matematik Başarı Modeli (Alcı, Erden ve Baykal, 2010) 71

Şekil 21. Yapısal Eşitlik Modeli (Taştan, 2012) 74

Şekil 22. Matematik Başarı Testine Ait Tek Faktörlü Modelin DFA Sonuçları n= 240; χ^2 = 1,79; p> 0,05; χ^2 /Sd= 1,79 81

Şekil 23. Problem Çözme Testine Ait Tek Faktörlü Modelin DFA Sonuçları n= 240; χ^2 = 106,61; p<0,001; χ^2/Sd= 2,18 86

Şekil 24. Muhakeme Testine Ait Tek Faktörlü Modelin DFA Sonuçları, n= 240; χ^2 = 44,78; p<0,01; χ^2/Sd= 1,95 91

Şekil 25. Bandura'ya (1997) Göre Öz-Yeterlik Kaynakları 92

Şekil 26. Öz Değer Faktör Grafiği 96

Şekil 27. Dört Faktörlü Modele İlişkin DFA Sonuçları n= 254; χ^2 = 488,15; p<0.001; χ^2/Sd= 2.10 100

Şekil 28. Kağıt Katlama Testi Örnek Sorusu 106

Şekil 29. Zihinsel Çevirme Testi Örnek Sorusu 107

Şekil 30. Saçılma Diyagramı Matrisi; MÖK: Matematik öz-yeterlik kaynakları, UY: Uzamsal Yetenek, MMB: Matematiksel Muhakeme Becerisi, MPB: Matematiksel Problem Çözme Becerisi, MB: Matematik Başarısı 118

Şekil 31. Doğrudan Etkileri Gösteren Yapısal Eşitlik Modeli, n=470; χ^2=720,34; df= 415. 125

Şekil 32. Dolaylı Etkileri Gösteren Yapısal Eşitlik Modeli, n=470; χ^2=720,34; df= 415. 126

KISALTMALAR ve SİMGELER

AFA: Açımlayıcı Faktör Analizi

AGFI: Düzeltilmiş Uyum İyiliği İndeksi

AMOS: Analysis of Moment Structures

CFI: Karşılaştırıcı Uyum İndeksi

CI: Condition Indeks

DFA: Doğrulayıcı Faktör Analizi

GFI: Uyum İyiliği İndeksi

IFI: Fazlalık Uyum İndeksi

KR-20: Kuder Richardson 20

MB: Matematik Başarısı

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

MMB: Matematiksel Muhakeme Becerisi

MÖKÖ: Matematik Öz-yeterlik Kaynakları Ölçeği

MPB: Matematiksel Problem Çözme Becerisi

NC: Normlaştırılmış Ki-Kare

NCTM: National Council of Teachers Of Mathematics

NAEP: National Assessment of Educational Progress

PCFI: Sıkılık Karşılaştırıcı Uyum İndeksi

PNFI: Sıkılık Normlaştırılmış Uyum İndeksi

RMSEA: Yaklaşık Hataların Ortalama Kare Kökü

SPSS: Statistical Packages for the Social Sciences

SRMR: Standart Ortalama Hataların Kare Kökü

TDK: Türk Dil Kurumu

TIMSS: Trends in International Mathematics and Science Study

TV: Tolerance Value

UY: Uzamsal Yetenek

VIF: Variance Inflation Factor

YA: Yol Analizi

YEM: Yapısal Eşitlik Modellemesi

YR: Yapısal Regresyon

GİRİŞ

Olağan üstü ve çok hızlı değişimlerin yaşandığı günümüzde matematik bilmek ve matematiği anlamak oldukça önem kazanmıştır. Çünkü günlük hayatın temelleri artarak matematiksel bir hal almaktadır. İnsanlar günlük hayatlarında seçme ve karşılaştırma gerektiren alım satım ve sigorta gibi birçok işte doğru karar verebilmek için matematiği bir araç olarak kullanmaktadır. Bireyler için matematiksel gereksinimler sürekli artarken, sağlıktan grafik tasarıma kadar birçok meslekte de, bu duruma bağlı olarak, matematiksel düşünen ve matematiksel becerilere sahip olan birey ihtiyacı hızla artmaktadır. Değişen dünyada artan matematiksel gereksinimler, NCTM (2000) tarafından şu örnekler ile açıklamıştır;

Yaşam İçin Matematik: Matematik bilgisi kişisel olarak tatmin edici ve destekleyici olabilir. Günlük hayatın temelleri artarak matematiksel ve teknolojiksel bir hal almaktadır. Örneğin günümüzde; satın alma kararları, güvenlik ve sağlık planlarının seçimi ve oylama işlemleri matematiksel ve teknolojiksel bilgi birikimi gerektirmektedir.

Kültürel Bir Miras Olarak Matematik: Matematik insanlığın en büyük kültürel ve entelektüel başarılarından biridir. Bu başarıya ilişkin takdir ve anlayış geliştirmek oldukça önemlidir. Bunun için Matematiğin estetik ve eğlenceli yönü bireylere etkili bir şekilde sunulmalıdır.

Çalışma Alanlarında Matematik: Toplumda yetenekli bireyler için matematiksel gereksinimler sürekli artarken, sağlıktan grafik tasarıma kadar birçok profesyonel çalışma alanında bu duruma bağlı olarak matematiksel düşünme ve problem çözme gereksinimi de artmaktadır.

Bilimsel ve Teknolojik Ortaklık İçin Matematik: Bazı meslekler daha yoğun olmakla birlikte hemen hemen tüm mesleklerde matematiksel bilgiye ihtiyaç duymaktadır. Çoğu öğrenci yaşamları boyunca sürdürecekleri farklı meslekler (matematik, istatistik, mühendislik vb.) için kendilerini hazırlayacak bir eğitim sürecini takip etmek zorundadır.

Bu açıklamalara göre, değişen dünyada matematiği anlayan ve kullanabilen bireylerin geleceklerini şekillendirebilecek fırsat ve imkânları artırmada daha fazla söz sahibi olacağı vurgulanmıştır (NCTM, 2000). Bu duruma bağlı olarak günümüzde matematiği anlamak, matematiksel becerilere sahip olmak ve matematikte başarılı olmak daha da önem kazanmıştır.

Başarı, okul ortamında belirli bir disiplin veya akademik programdan bireyin ne ölçüde faydalandığının bir ölçüsü ya da göstergesi olarak tanımlanabilir (Özgüven, 2005, s. 74). Matematik başarısı ise, öğrencinin Matematik Öğretim Programı dikkate alınarak yapılan sınavlardan aldığı notların ya da puanların ortalaması olarak düşünülebilir. Araştırmacılar bireysel farklar nedeni ile her öğrencinin aynı düzeyde başarı gösteremeyeceğini belirtmiştir (Özgüven, 2005). Bu doğrultuda; öğrencilerin yetenekleri düzeyinde başarı gösterip göstermediklerini kontrol etmek, başarıyı etkileyen faktörleri araştırmak, öğretmen ve öğrencilere uygulamaya yönelik önerilerde bulunmak oldukça önemlidir. Literatürde yapılan araştırmalar incelendiğinde, matematiksel becerileri ve matematik başarısını etkileyen birçok faktörün bulunduğu görülmektedir. Bu faktörlerin; öz düzenleme stratejileri (Üredi ve Üredi, 2005), uzamsal yetenek (Battista, 1990; Mohler, 2001; Prugh, 2012), problem çözme becerisi (Arsal, 2009; Özsoy, 2005; Alcı, Erden ve Baykal, 2010; Saygı, 1990; Pape ve Wang, 2003; Güven ve Cabakcor, 2012; Günhan ve Başer, 2008), muhakeme becerisi (Umay, 2003; Ball ve Bass, 2003; Brodie, Coetzee ve Lauf, 2010; Kilpatrick, Swafford ve Findell, 2001), öğrenme stilleri (Şentürk ve İkikardeş, 2011; Peker, 2005; Hahn, 2008; Yurt ve Sünbül, 2013), motivasyon (Üredi ve Üredi, 2005; Fadlelmula, 2011; Yıldırım, 2011), öz-yeterlik (Alcı, Erden ve Baykal, 2010; Yıldırım, 2011; Lent, Lopez ve Bieschke, 1991; Lopez ve diğerleri, 1997; Pietsch, Walker ve Chapman, 2003; Stevens, Olivárez ve Hamman, 2006; Chen, 2003; Chen ve Zimmerman, 2007; Üredi ve Üredi, 2005; Gainor ve Lent, 1998; Williams ve Williams, 2010; Hoffman ve Spatariu, 2008), okul türü (Savaş, Taş ve Duru, 2010; Dursun ve Dede, 2004; Weissglass, 2002), aile gelir düzeyi (Savaş, Taş ve Duru, 2010; Siegler, vd., 2012), ders çalışma süresi (Çalışkan, 2014; Savaş, Taş ve Duru, 2010; Yurt ve Sünbül, 2013), tutum ve ilgi (Demir ve Kılıç, 2010; Hahn, 2008; Peker ve Mirasyedioğlu, 2003; Savaş, Taş ve

Duru, 2010), kaygı (Dursun ve Bindak, 2011; Yurt ve Sünbül, 2013) dershaneye gitme süresi (Savaş, Taş ve Duru, 2010) olarak sıralanması mümkündür. Matematik başarısını etkileyen faktörler gruplanarak incelendiğinde bu faktörlerin; bilişsel, duyuşsal, ailevi ve sosyoekonomik kaynaklı olduğu anlaşılmaktadır. Bilişsel ve duyuşsal faktörlerin doğası gereği ailevi ve sosyoekonomik faktörlere göre daha esnek ve eğitim ile değiştirilebilir olduğu söylenebilir. Bu doğrultuda öğrencilerin matematik ile ilgili bilişsel becerilerini geliştirmek ve duyuşsal özelliklerini iyileştirmek için birçok çalışma gerçekleştirilmiştir (Arsal, 2009; Koç ve Bulut, 2002; Pilten, 2008; Unal, Jakubowski ve Corey, 2009; Yurt ve Sünbül, 2012).

Matematik Başarısını etkileyen bazı bilişsel faktörler, matematiksel beceriler olarak da karşımıza çıkabilmektedir. Literatürde tanımlanan matematiksel becerilerden hangilerinin daha önemli olduğunu belirlemek için ulusal ve uluslararası kuruluşların matematik öğretim programlarının incelenmesi faydalı olacaktır.

NCTM’nin (2000, s. 256-285) sekizinci sınıf öğrencileri için belirlemiş olduğu Matematik standartları içinde; Problem Çözme, Muhakeme, İletişim, İlişkilendirme ve Görselleştirme Becerilerinin temel standartlar içerisinde ele aldığı görülmektedir. Problem Çözme standartları; a) verilen problemi çözebilmek için matematiksel bilgiyi oluşturabilme, b) matematik alanında ve başka alanlarda karşılaştığı problemlere çözüm üretebilme, c) verilen problemi çözmek için uygun strateji uygulama ve bunu transfer etme, d) problem çözme sürecini kontrol etme ve değerlendirme olarak tanımlanmıştır. Muhakeme Becerisi standartları; a) muhakemeyi matematiksel bir düşünme biçimi olarak algılama, b) matematiksel teoremleri ve varsayımları oluşturma ve sorgulama, c) matematiksel delil ve ispatları değerlendirme ve geliştirme, d) çeşitli muhakeme yöntemlerini seçme ve kullanma olarak tanımlanmıştır. İletişim standartları; a) matematiksel düşünceleri organize etmek ve birleştirme, b) matematiksel fikirleri diğer bireylere uygun bir dil ile aktarabilme, c) başka matematiksel fikir ve stratejileri analiz edebilme ve değerlendirebilme, d) matematiksel dili kullanabilme ve matematiksel fikirleri doğru bir şekilde açıklayabilme olarak tanımlanmıştır. İlişkilendirme standartları; a) matematiksel fikirleri tanımlama ve bunlar arasında bağlantı kurma, b) matematiksel ilişkilerin nasıl oluştuğunu anlama ve matematiksel ilişkiler oluşturma, c) matematik dışındaki alanlarda da matematiği kullanabilme olarak tanımlanmıştır. Görselleştirme standartları ise; a) matematiksel düşünceleri paylaşma, b) organize etme ve kaydetme için görselleştirmeler oluşturma ve kullanma, c) problemlerin çözümünde matematiksel görselleştirmeleri seçme, uygulama ve yorumlama, d) fiziksel, sosyal ve matematiksel olayları açıklama ve modellemek için görselleştirmeleri kullanma olarak tanımlanmıştır.

MEB (2009) ilköğretim 6., 7. ve 8. sınıf matematik öğretim programında, kazandırılması gereken beceriler NCTM'ye (2000) benzer şekilde; Problem Çözme, Muhakeme, İletişim ve İlişkilendirme olarak sınıflamıştır. Problem Çözme; çözüm yolu önceden bilinmeyen bir alıştırma ve sorun olarak tanımlanmıştır. Matematiksel problemlerin alışagelmiş çözüm yolları olmayan birkaç farklı bilgi ve becerilerin birlikte kullanılmasını gerektirdiği ifade edilmiştir (MEB, 2009, s. 12). Muhakeme Becerisinin; matematik öğrenirken genellemeler ve çıkarımlar yapma, matematikteki ve matematik dışındaki çıkarımlarının doğruluğunu savunma, yaptığı çıkarımların, duygu ve düşüncelerinin geçerliliğini sorgulamayı kapsadığı ifade edilmiştir (MEB, 2009, s. 17). İletişim Becerisinin; matematiksel sembol ve terimleri etkili ve doğru kullanma, matematiksel dili farklı disiplinlerde ve günlük yaşamda etkili kullanma, matematiksel kavramları ve durumları farklı temsil biçimlerinde kullanarak ifade etme, matematikle ilgili konuşulanları dinleme ve anlamayı gerektirdiği belirtilmiştir (MEB, 2009, s. 16). İlişkilendirme Becerisinin ise; matematik öğrenirken ilişkilendirmeden yararlanma, matematikteki iç ilişkilendirmeleri yapma, matematikle diğer disiplinler ve günlük yaşam arasında ilişkilendirmeler yapma, matematiksel kavramların ve durumların farklı temsil biçimlerini ilişkilendirme ve farklı matematiksel temsil biçimleri arasında dönüşüm yapmayı gerektirdiğini ifade edilmiştir (MEB, 2009, s. 20).

NCTM (2000) ve MEB'in (2009) matematik öğretim programları incelendiğinde; İletişim, İlişkilendirme ve Görselleştirme Becerilerinin Problem Çözme ve Muhakeme süreçleri içerisinde kullanılan beceriler olduğu görülmektedir. Çünkü bir matematik problemin çözümü için gerekli denklem veya denklemleri oluştururken; uygun matematiksel sembollerin ve terminolojinin kullanılması, matematiksel kuralların, sembollerin, şekillerin ve işlemlerin bir anlam bütünlüğü içerisinde ele alınarak düzenlenmesi gerekmektedir. Benzer şekilde Muhakeme sürecinde; teorem ve ispatları sorgularken matematiksel dilin kullanılması, elde edilen sonuçların görselleştirilerek bir anlam bütünlüğü içerisinde ele alınması gerekmektedir. Sonuç olarak problem çözme ve matematiksel muhakeme süreçlerinde iletişim, ilişkilendirme ve görselleştirme becerilerinin kullanıldığı açık bir şekilde görülmektedir.

NAEP (2002, s. 35), matematik becerilerini; Kavram Anlama, İşlem Bilgisi ve Problem Çözme olmak üzere üçe ayırmıştır. Kavram Anlama en basit anlamda bireyin sahip olduğu bilgi seviyesinin ölçüsü olarak tanımlanabilir (NAEP, 2002, s. 37). Kavram Anlama; a) kavramlara ait olan ve ait olmayan örnekleri tanıma, sınıflama ve üretme b) kavramlara ilişkili modelleri, diyagramları, şekilleri ve çeşitli gösterimleri kullanma ve birbirleri ile ilişkilendirme c) Olgu ve tanımları bilme ve uygulama d) birbiri ile ilişkili kavram ve prensiplerin doğalarını genişletmek için karşılaştırma ve birleştirme yapma e) kavramları temsil etmek için kullanılan işaret, sembol ve terimleri ayırt etme, yorumlama ve uygulama ve f) matematiksel durumlardaki kavramları içeren ilişkileri ve varsayımları yorumlama aşamalarını kapsamaktadır (NAEP, 2002, s. 38).

İşlem Bilgisi öğrencinin bir işlemin “nasıl” gerçekleşeceği hakkındaki bilgisidir (NAEP, 2002 s.37). İşlem Bilgisi; a) uygun yöntemleri doğru seçme ve uygulama, b) bir yöntemin doğruluğunu somut modeller ya da sembolik yöntemlerle gösterme ve kanıtlama ve c) problem durumlarına özgü farklı etmenlerin üstesinden gelmek için işlemleri genişletme veya yeniden düzenleme aşamalarını kapsamaktadır (NAEP, 2002, s. 39).

Öğrenciler yeni karşılaştıkları durumlarda matematiksel bilgi birimlerini kullanarak problem çözerler. Problem Çözme; a) problemleri ayırt etme ve formülleştirme b) verilerin yeterliği ve tutarlığı hakkında karar verme c) matematik ile ilişkili stratejileri, verileri, modelleri kullanma d) işlemleri üretme, genişletme ve yeniden üretme d) yeni matematiksel durumlarda uzamsal, tümdengelimsel, tümevarımsal, istatistiksel ve orantısal muhakeme yaklaşımlarını kullanma ve e) geliştirilen çözümleri doğruluk ve mantıksal tutarlılık açısından değerlendirme aşamalarını kapsamaktadır (NAEP, 2002, s. 39). Dolayısıyla problem çözme durumları, öğrencilerin karşılaştıkları yeni durumlarda İşlemsel ve Kavramsal Bilgileri ile Muhakeme, İletişim ve Görselleştirme Becerileri arasında bağlantı kurmalarını gerektirmektedir. Öğrencilerin Problem Çözme Becerileri farklı bilgi ve becerilerini bir arada kullanabilecekleri yeni durumlarla ölçülebilir.

NAEP' a (2002, s. 37) göre Kavram Anlama ve İşlem Bilgisi becerileri; a) bir problemin tanımlanmasına ve anlaşılmasına, b) problemi çözmek için bir planın hazırlanmasına, c) problem için bir sonuca varılmasına ve d) ulaşılan sonucun değerlendirilmesine esas teşkil etmektedir. Dolayısı ile Problem Çözme, Kavram ve İşlem Bilgisi Becerilerini kapsayan üst düzey bir matematiksel beceri olarak görülebilir.

TIMSS (Mullis, Martin, Ruddock, O'Sullivan ve Preuschoff, 2012, s. 41-46), yaptığı uluslararası sınavlarda sekizinci sınıf öğrencileri için üç adet bilişsel alan tanımlamıştır. Bu alanlar; Bilme, Uygulama ve Muhakemedir. TIMSS'e göre Bilme, matematikte ustalığın veya matematiksel bir durum için muhakemenin bir ön koşuludur. Bilme; hatırlamayı, fark etmeyi, işlem yapmayı, veri okumayı, uygun ölçme araçlarını seçmeyi ve sınıflama yapmayı içeren bir süreçtir. Uygulama, matematiksel araçların farklı durumlara uygulanabilmesi olarak görülebilir. Uygulama; seçim yapmayı, görsel olarak ifade etmeyi, model oluşturmayı, matematiksel yönergeleri uygulamayı ve rutin matematiksel problemleri çözmeyi ifade eder. Muhakeme ise, sistematik ve mantıklı düşünme kapasitesini olarak görülebilir. Muhakeme modeller ve örüntüler üzerinde gerçekleştirilen tümevarımsal ve tümdengelimsel muhakeme yöntemlerini kapsamaktadır. Özellikle muhakeme, öğrencilerin rutin olmayan problemler ile karşılaştırdıklarında kullandıkları bir problem çözme yaklaşımıdır. Yapılan tanımlar incelendiğinde bilişsel alan olarak Muhakeme, Bilme ve Uygulama alanlarına göre daha üst düzey bir alandır ve bu alan Bilme ve Uygulama bilişsel alanlarını kapsamaktadır.

NCTM (2000), NAEP (2002), TIMSS (akt., Mullis ve diğerleri, 2012) ve MEB'in (2009) matematik öğretim programlarında tanımlanan matematiksel beceriler incelendiğinde, Problem Çözme ve Muhakeme Becerilerinin ön plana çıktığı anlaşılmaktadır. Tanımlanan ve açıklanan diğer matematiksel beceriler

Problem Çözme ve Muhakeme Becerilerinin doğru bir şekilde kullanılmasında bir araç vazifesi görmektedir.

Literatürde Problem Çözme ve Muhakeme Becerileri ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, bu beceriler arasında pozitif yönlü ilişkilerin bulunduğu anlaşılmaktadır (Barbey ve Barsalou, 2009; Çelik ve Özdemir, 2001; Çetin ve Ertekin, 2011) Muhakeme yaklaşımlarından biri olan tümevarıma dayalı muhakeme yaklaşımı problem çözme sürecinde sıklıkla kullanılmaktadır (Barbey ve Barsalou, 2009). Bir diğer muhakeme yaklaşımlarından biri olan orantısal muhakeme becerisi ile problem kurma becerisi arasında anlamlı bir ilişki vardır. Genel olarak, orantısal muhakeme beceri düzeyi arttıkça oran-orantı problemi kurma oranı artmaktadır (Çelik ve Özdemir, 2001). Ayrıca, orantısal muhakeme becerisi ile denklem çözme başarısı arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır (Çetin ve Ertekin, 2011). Yapılan çalışmalar ve ilgili araştırmalar, problem çözme ve muhakeme becerilerinin birbiri ile ilişkili iki beceri olduğunu açık bir şekilde göstermektedir.

English (2004, s. 5) muhakeme yaklaşımlarından biri olan benzetime dayalı muhakemenin problem çözmede kullanılması ile ilgili çalışmaların sayısının son dönemlerde önemli ölçüde arttığını belirtmiştir. Bu çalışmalarda, muhakeme yapanın, daha önce çözdüğü problem (kaynak) ile yeni karşılaştığı problemin (hedef) ilişkisel yapıları arasındaki benzerliği algılaması üzerinde durulmaktadır. Muhakeme yapanın kullandığı bu yöntem, iki problem arasında “yapısal hizalama” veya “haritalama” olarak adlandırılmıştır. Leighton ve Sternberg’e göre (2004, s. 3-4) muhakeme en genel anlamı ile bir sonuca varma veya bir sonuç çıkarma süreci olarak tanımlanabilir. Sonuca varma veya sonuç çıkarma süreçleri problem çözme ve karar verme işlemlerinin temel bir öğesidir. Muhakemenin problem çözmede aracı bir rolü vardır. Bir aracı olarak muhakeme, sahnenin arkasında çalışır, fikirleri ve önermeleri koordine eder.

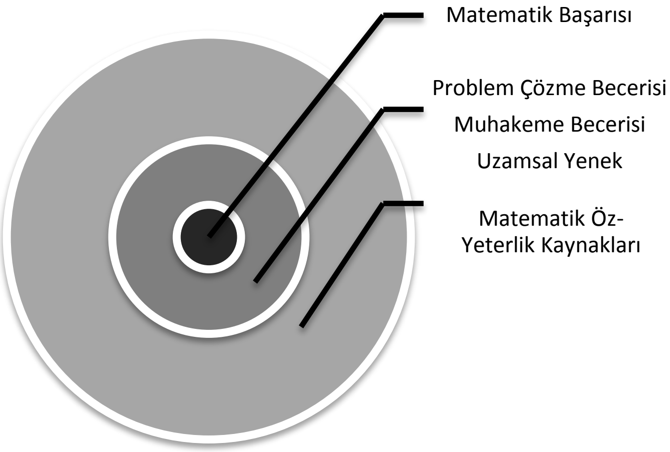
Problem çözme ve muhakeme becerileri ile ilişkili olan ve matematik başarısı üzerinde önemli etkilere sahip olan bir başka beceri uzamsal düşünmedir. Yapılan çalışmalar uzamsal düşünme becerinin öğrencilerin matematik başarısı, muhakeme ve problem çözme becerileri ile ilişkili olduğunu göstermiştir (Bishop, 1980 akt. Tartre, 1990; Battista, 1990; Wheatley ve Wheatley, 1979; Hegarty ve Kozhevnikov, 1999; Van Garderen ve Montague, 2003; Smith, 1964; Fennema ve Tartre, 1985; Booth ve Thomas, 1999; Fennema ve Sherman, 1977; Markey, 2009; Brown ve Wheatley, 1989; Guay ve McDaniel, 1977; McGee, 1979; Delialioğlu ve Aşkar, 1999; Guay ve McDaniel, 1977; Kayhan, 2005). Bu çalışmalarda uzamsal becerinin matematik öğretiminde temel bir beceri olduğu vurgulanmıştır. Örneğin Arcavi'ye (2003, s. 235) göre uzamsal yeteneğin bir bileşeni olan görselleştirme becerisi, matematiksel muhakeme, problem çözme ve kanıtlama becerilerinin temel bir öğesidir.

Alan yazında öğrencilerin akademik kazanımlarını, akademik aktivitelerini ve akademik öğrenmelerini etkileyen duyuşsal faktörler incelendiğinde, öz-yeterlik inancının ön plana çıktığı görülmektedir (Bandura, 1997; Schunk, 2011; Haşlaman ve Aşkar, 2007; Phan, 2013; Schommer-Aikins, Duell ve Hutter, 2005; Zimmerman, Bandura ve Martinez-Pons, 1992). Bunun en önemli nedenlerinden biri öz yeterlik inancının öğrenme ile ilişkili öz-benlik, öz-saygı gibi diğer kavramlara göre bireylerin performanslarını daha fazla açıklıyor olmasıdır (Ferla, Valcke ve Cai, 2009; Bong ve Clark, 1999; Bong ve Skaalvik, 2003). En yalın anlamıyla öz yeterlik, kişinin öğrenme düzeyini ve davranışlarını hedeflediği seviyeye ulaştırmak için kendi kapasitesine olan inancı olarak tanımlanabilir (Bandura, 1997).

Öz-yeterlik, kişinin kendini gerçekleştirmesinde çok önemli bir role sahiptir (Bandura, 1997). Öz yeterlik kişinin ne yapmak istediğini bilmesinden çok neyi yapmaya yeterli olduğunu bilmesidir (Senemoğlu, 2007). Öz-yeterlik inancı bir bireyin; etkinlik seçimleri, çaba ve azmi, sabır ve sebatı, öğrenme ve başarısı hakkında önemli ipuçları vermektedir (Bandura, 1997; Schunk ve Pajares, 2009). Öz-yeterlik, bireylerin üretkenlik yetileri üzerinde de önemli bir etkiye sahiptir (Bandura, 1997). Benzer becerilere sahip farklı bireylerin veya farklı durumlarda bulunan benzer becerilere sahip bireylerin, öz-yeterlik inançlarına bağlı olarak ortaya koydukları performansları farklılık gösterebilmektedir (Bandura, 1997; Usher, 2009).

Bandura'nın öz-yeterlik kavramını açıklamasından sonra, eğitim araştırmacılarının yaptığı çalışmalarda öz-yeterlik inancının her düzeydeki akademik yaşantıda etkili olduğunu gözlenmiş ve öz-yeterlik inancının her tip başarılı davranışın önemli bir etmeni olduğu görülmüştür (Schunk, 2011 s. 148). Yani her başarılı davranışın arkasında o davranışı yerine getirebilecek öz-yeterlik inancının bulunduğu belirtilmiştir. Bu açıklamalardan sonra yapılan çalışmalar öz-yeterlik inancının farklı akademik görevlerin performans sonuçları için bir belirleyici ve arabulucu olduğunu ortaya koymuştur (Bandura, 1997; Fadlelmula, 2011; Zimmerman, Bandura ve Martinez-Pons, 1992). Ayrıca öz-yeterlik inancının akademik başarıyı artırdığı pek çok çalışmada ortaya çıkmıştır (Bandura, 1997; Pajares, 1997; Schunk, 2011). Örneğin Schunk (2011, s. 148) art arda yürütmüş olduğu deneysel çalışmaları sonucunda, öz-yeterlik inancı yüksek olan öğrencilerin öz-yeterlik inancı düşük olan öğrencilere göre, farklı akademik görevleri daha başarılı bir şekilde yerine getirdiklerini ortaya koymuştur.

İlgili kuramsal temel ve araştırmalar ışında, yukarıda açıklanan ve birbiri ile ilişkisi bulunan problem çözme, muhakeme ve uzamsal düşünme becerilerinin bireylere kazandırılmasında ve farklı akademik görevler içerisinde bu becerilerin etkili bir şekilde kullanılmasında, öz-yeterlik inancının önemli bir etkisinin olduğu söylenebilir (Şekil 1).



Şekil 1. Matematik Başarısını Etkileyen Bilişsel ve Duyuşsal Faktörler

1.1. Araştırmanın Amacı

Ülkemizde sekizinci sınıf öğrencilerinin de katıldığı TIMSS uluslararası sınav sonuçları Türk öğrencilerin matematik başarısının uluslararası ortalamanın altında kaldığını göstermiştir (Mullis, Martin, Robitaille ve Foy, 2009; Mullis ve diğerleri, 2012). Bu durum, matematik başarısına etki eden bilişsel ve duyuşsal değişkenleri araştırmaların odak noktası haline getirmiştir (Bilican, Demirtaşlı ve Kilmen, 2011; Uzun, Bütüner ve Yiğit, 2010; Yıldırım ve Yıldırım 2009; Yıldırım, Çıkrıkçı ve Akbaş, 2012; Akyüz, 2014). Ayrıca yapılan çalışmalar incelendiğinde, matematik başarısına etki eden bilişsel ve duyuşsal değişkenlerin çoğunlukla ayrı ayrı ve daha çok ikili ilişkiler şeklinde ele alınarak incelendiği anlaşılmaktadır (Arslan, 2012; Arslan, 2013; Delialioğlu ve Aşkar, 1999; Kayhan, 2005; Markey, 2009; Booth ve Thomas, 1999; Çetin ve Ertekin, 2011; Tartre, 1990; Montague, 2003; Üredi ve Üredi, 2005). Matematik başarısına etki eden bilişsel ve duyuşsal değişkenlerin bir arada incelendiği çalışmaların sayısı oldukça azdır (Başaran, 2011; Fadlelmula, 2011; Alcı, Erden ve Baykal, 2010; Kalender, 2010; Taştan, 2012). Bu çalışma ile matematik başarısına etki eden matematiksel becerilerin ve matematik öz yeterlik kaynaklarının birlikte bir model üzerinde incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda matematik dersi ile ilgili bazı bilişsel beceriler ve motivasyonel kavramlar bir araya getirilerek bu kavramlar arasındaki doğrudan ve dolaylı ilişkileri açıklayan bir yapısal eşitlik modeli oluşturulacaktır. Bu sayede; öğrencilerin problem çözme ve muhakeme becerileri, uzamsal yetenekleri, matematik öz-yeterlik inançları ve matematik başarıları arasındaki doğrudan ve dolaylı ilişkiler incelenebilecektir. Bu doğrultuda, aşağıdaki araştırma sorularına cevap aranacaktır.

Araştırmaya katılan 8. Sınıf öğrencilerinin;

1. Matematik Öz-Yeterlik Kaynaklarına bağlı olarak hesaplanan öz-yeterlik inançları, Matematiksel Problem Çözme Becerileri, Uzamsal Yetenekleri, Matematiksel Muhakeme Becerileri ve Matematik Başarıları ne düzeydedir?

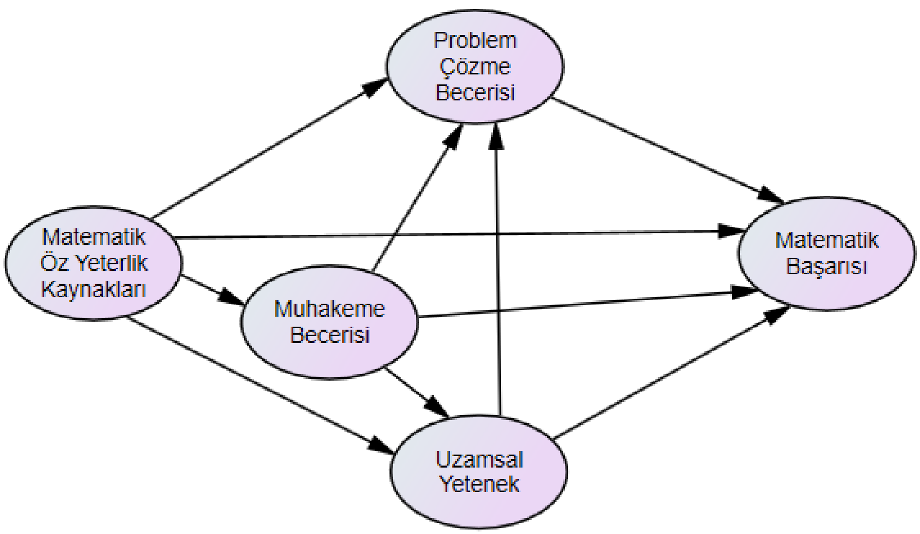
2. Matematik Öz-Yeterlik Kaynakları, Matematiksel Problem Çözme Becerileri, Uzamsal Yetenekleri, Matematiksel Muhakeme Becerileri ve Matematik Başarıları arasında, dolaylı ve doğrudan etkiler dikkate alındığında, nasıl bir ilişki bulunmaktadır?

3. Matematik Öz-yeterlik Kaynakları, Matematiksel Problem Çözme Becerileri, Uzamsal Yetenekleri, Matematiksel Muhakeme Becerileri Matematik Başarıları üzerinde ne düzeyde bir etkiye sahiptir?

Araştırmanın amacı doğrultusunda belirlenen birinci alt problemin çözümü için betimsel istatistikler gerçekleştirilmiştir. İkinci alt problemin çözümü için ise ilgili kuramsal temel ve araştırmalara göre, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki doğrudan ve dolaylı ilişkileri gösteren bir yapısal eşitlik modeli oluşturulmuş ve test edilmiştir. Yapısal eşitlik modeli için kurulan hipotezler bir sonraki başlıkta ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Üçüncü alt problemin çözümü için ise, modelde yer alan herbir yapısal eşitlik için etki büyüklüğü değeri hesaplanmıştır.

1.2. Hipotezler

İlgili kuramsal temel ve araştırmalar ışığında, matematik başarısını etkileyen ve birbiriyle ilişkisi bulunan bilişsel ve duyuşsal faktörler arasındaki doğrudan ve dolaylı ilişkileri incelemek için şekil 2'deki model geliştirilmiştir. Modelde Matematik öz-yeterlik kaynakları; uzamsal düşünme yeteneği, matematik başarısı, muhakeme ve problem çözme becerileri ile doğrudan ilişkilidir. Ayrıca Matematik öz-yeterlik kaynaklarının uzamsal yetenek, muhakeme ve problem çözme becerileri üzerinden, matematik başarısına dolaylı bir etkisi söz konusudur. Modelde aracı değişken olarak yer alan matematiksel muhakeme becerisinin matematik başarısına hem doğrudan hem de problem çözme becerisi ve uzamsal yetenek üzerinden dolaylı bir etkisi bulunmaktadır. Benzer şekilde uzamsal yeteneğin matematik başarısına hem doğrudan hem de problem çözme becerisi üzerinden dolaylı bir etkisi bulunmaktadır. Son olarak modelde, problem çözme becerisinin matematik başarısına doğrudan bir etkisinin bulunduğu görülmektedir.



Şekil 2. Test Edilen ve Matematik Başarısını Açıklayan Yapısal Eşitlik Modeli

1.3. Araştırmanın Önemi

Son yıllarda öz yeterlik, öz benlik ve öz saygıya oranla öğrenme ve motivasyon kuramlarında daha fazla yer almaktadır (Şahin, 2013). Bunun en önemli nedenlerinden biri, öğrenme ile ilişkili diğer kavramlara göre öz yeterlik inancının öğrenenlerin performanslarını daha fazla yordamasıdır (Ferla, Valcke ve Cai, 2009; Bong ve Clark, 1999; Bong ve Skaalvik, 2003). Alan yazında öz yeterlik inancı ile ilgili yapılan çalışmaların lise ve üniversite öğrencileri üzerinde yoğunlaştığı bildirilmektedir (Usher, 2009). Arslan (2012), ülkemizde öz yeterlik inancı ile ilgili yapılan çalışmaların büyük bir bölümünün öğretmen ve öğretmen adaylarının üzerinde yürütüldüğünü belirtmiştir. Ülkemizde ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirilen sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Arslan, 2012; Arslan, 2013; Çetin, 2009; Özyürek, 2005). Bu çalışmalarda ise ortaokul öğrencilerinin öz yeterlik inancı; öğrencilerin demografik bilgileri (Çetin, 2009; Arslan, 2013), öğrenme ve performansla ilgili öz yeterlik inançları (Arslan, 2012) ve matematik öz yeterlik inançlarıyla (Özyürek, 2005) olan ilişkiler incelenmiştir. Yapılan bu çalışmalarda ise öz yeterlik inancının matematiksel problem çözme ve muhakeme becerileri, uzamsal yetenek ve matematik başarısıyla ilişkisi bir model üzerinde incelenecektir. Bu sayede öz yeterlik inancının matematik performansı ve farklı matematiksel beceriler üzerindeki etkileri birlikte görülebilecektir.

Ayrıca, ortaokul yıllarının öğrencilerin matematik ve fen başarıları için kritik bir dönem olduğu bilinmektedir (Reynolds, 1991). Bu doğrultuda elde edilen bulgular, matematik başarısına etki eden bilişsel ve duyuşsal değişkenlerin bir bütün olarak anlaşılmasında öğretmen ve araştırmacılara yardımcı olacaktır. Ayrıca bu araştırmanın sonuçları öğrencilerinin matematik başarısını artırmak için yapılacak çalışmalara ışık tutacaktır. Özellikle elde edilen bulgular, öğrencilerin matematik öz yeterliklerinin artırılmasında ve matematiksel becerilerinin geliştirilmesinde hem teorik hem de pratik bilgiler sunacaktır.

1.4. Tanımlar

Matematiksel Problem: Karşılaştıklarında çözümlerinin hemen bulunamayıp çözüm yolları aramaya sevk eden tüm matematiksel durumlardır (Bayazit ve Aksoy, 2009).

Matematiksel Problem Çözme Becerisi: Açık uçlu sorulardan oluşan ve sayılar, ölçme, geometri, örüntü, cebir, veri istatistiği ve olasılık öğrenme alanlarını kapsayan Problem Çözme Testinden alınan puanların toplamıdır.

Matematik Öz-Yeterlik Kaynakları: Matematikle ilgili; kişisel deneyimler, dolaylı yaşantılar, sosyal iknalar ve fizyolojik durumlar Matematik Öz-Yeterlik Kaynaklarını oluşturmaktadır.

Matematik Öz-Yeterlik İnancı: Matematik Öz-Yeterlik Kaynaklarına bağlı olarak belirlenen duyuşsal özelliktir.

Muhakeme (Akıl Yürütme): Bütün faktörleri dikkate alarak düşünüp akılcı bir sonuca ulaşma sürecidir (Umay, 2003 s. 235).

Matematiksel Muhakeme Becerisi: Açık uçlu Matematiksel Muhakeme testinden alınan puanların toplamıdır.

Uzamsal Yetenek: Uzamsal İlişkiler ve Uzamsal görselleştirme testlerinden alınan puanların toplamıdır.

Matematik Başarısı: Çoktan seçmeli sorulardan oluşan ve Sayılar, Olasılık ve İstatistik, Geometri ve Cebir öğrenme alanlarını kapsayan testten alınan puanların toplamıdır.

Yapısal Regresyon Modeli: Doğrulayıcı Faktör Analizi ve Yol Analizi modellerinin bir sentezidir. Yapısal Regresyon Modelleri, bir model üzerinde hem yapısal hem de ilişkisel ölçümlerin test edilebilmesine imkân sağlamaktadır (Kline, 2011).

Etki Büyüklüğü: Çoklu korelasyon katsayısının (R^2), birden çıkarılan değerine ($1–R^2$) bölünmesi ile elde edilen değerdir ($f^2= R^2/(1 – R^2)$).

2. BÖLÜM

KURAMSAL AÇIKLAMALAR ve İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde Problem, Matematiksel Problem, Uzamsal Yetenek, Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri, Muhakeme Becerisi ve Öz-yeterlik ile ilgili kuramsal bilgilere ve ilgili araştırmalara yer verilmiştir.

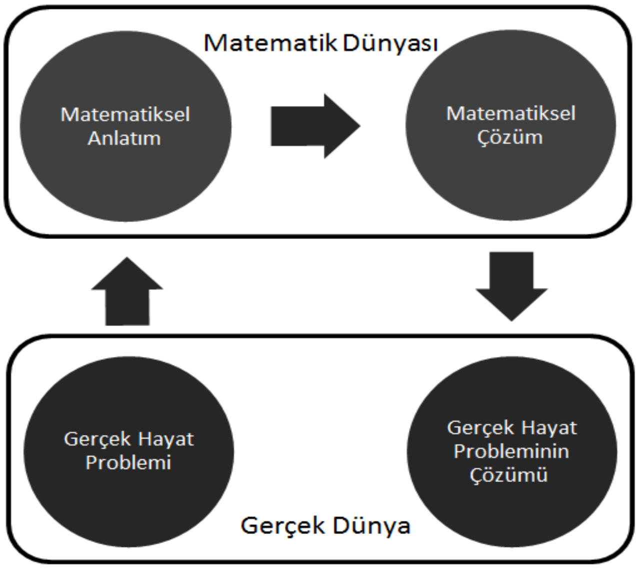
2.1. Problem ve Matematiksel Problem

Problem kavramının sosyolojiden matematiğe kadar çok geniş bir kullanım alanı vardır. Kelime manası olarak Problem, "*teoremler veya kurallar yardımıyla çözülmesi istenen soru, mesele*" (Problem, 2006) veya "*bilimsel bir muhakeme ile çözülecek ve bir alıştırma niteliğindeki sorun*" olarak tanımlanabilir (Larousse, 1986, s. 18). Sosyal bilimlerde problem kavramı genellikle hoşa gitmeyen, istenmeyen ve aşılması icap eden bir sorunu veya durumu tanımlamakta kullanılmaktadır. Matematik ve Fizik gibi bilimlerde ise problem kavramı, bulunulan şartları ve eldeki mevcut verileri kullanarak bir olguya, sonuca ya da yasaya varmak için sorgulanması icap eden durumları tanımlamakta kullanılır (Problem, 2013). Sosyal bilimlerde kullanılan Problem kavramının daha iyi anlaşılabilmesi için farklı araştırmacıların yapmış olduğu tanımların incelenmesinde fayda vardır.

Literatürde problem; genellikle günlük yaşamda karşılaşılabilen, ancak kendi içinde önemli bir teorik ya da pratik yapının tanımını barındıran bazı olgu ya da olaylar (Schmidt, 1983, akt. Özdemir, 2012, s. 12), çözümün açıkça görülmediği, çözenin zihnini yoklamasını ve kendinden bir şeyler katarak çözüme ulaşmasını gerektiren bir durum (Umay, 2007, akt. Özgün, 2012, s. 7), Karşılaşıldığında çözülmesi gereken ve çözüm yolunun hemen bilinemediği bir durum (Posamentier ve Krulik, 2009, s. 2), üstesinden gelinmesi zor olan her şey (VanGundy, 2005, s. 21), bir amacın olması ve bu amaca nasıl ulaşılacağının açık olmaması (Robertson, 2001, akt. Esendemir, 2011, s. 5), belirli sorular ile kişinin ilgisini çeken ve kişinin bu soruları cevaplayacak yeterli algoritma, işlem ve yöntem bilgisine sahip olmadığı bir durum (Blum ve Niss, 1991, s. 37), kişinin kendi ortamındaki işlevselliğini etkin bir biçimde sürdürebilmesi için yanıt vermesi gereken, belirli bir durum ya da ilişkili durumlar kümesi (D'zurilla ve Golfried, 1971, akt. Özdemir, 2012, s.8), kişinin bir şeyler yapmak isteyip de, ne yapacağını hemen kestiremediği, bilmediği bir durum (Altun, 2000, s.88), kişide çözme arzusu uyandıran ve çözüm yolu açıkça bilinmeyen fakat kişinin bilgi ve deneyimlerini kullanarak çözebileceği durumlar (Olkun ve Toluk, 2001), incelenmesi ve çözülmesi gereken engelleyici ve belirsiz bir durum (Jonassen, 2011, s. 1) ve hem tepkilerin oluşumunu hem de olası tepkiler arasından en uygun olanını seçmeyi içeren, spesifik bir problem çözümüne yönlendirilmiş düşünme (Solso, Maclin ve Maclin, 2007, s.542) olarak tanımlanabilmektedir.

Yapılan tanımlara göre problemin geniş bir anlama sahip olduğu görülmektedir. Bu bağlamda problem; organizmayı rahatsız ederek çözüm arayışına iten, çözümü için yeterli bilişsel beceri, bilgi ve deneyim gerektiren, çözümün açıkça belli olmadığı orijinal bir çatışma durumu olarak görülebilir. İnsan ve toplum hangi şartlar altında, ne tür ihtiyaçlarını gidermek için hangi problemler ile karşılaşacağı bilinmemektedir. Bu doğrultuda çağdaş eğitim, kişilere öz düzenleme becerileri kazandırarak güçlüklerin üstesinden gelebilmeyi öğretmektedir. Bu öğretim sürecinde bireye yalnız bilgi aktarılmaz, aynı zamanda bilgiyi kullanarak ihtiyaçlarını karşılayabileceği problem çözme becerisi de öğretilir. Problem çözme becerisi gelişmemiş bir birey, bilginin sadece hamallığını yapar ve kendini gerçekleştirme fırsatı bulamaz. Bu bakımdan problem çözme ve problem çözmenin öğretimi oldukça önemlidir (Altun, 2000).

Diğer yandan matematiğin problem çözme becerisinin bireye kazandırılmasında önemli bir rolü olduğu bilinmektedir. Çünkü problem çözme becerisi matematiğin temel bir parçasıdır (MEB, 2009; NCTM, 2000). Matematiksel açıdan problem, bulunması ya da gösterilmesi gereken fakat nasıl bulunacağı veya gösterileceği mevcut bilgilerle hemen anlaşılamayan bir sorun olarak tanımlanmaktadır (Grouws, 1996, akt. Kayan ve Çakıroğlu, 2008, s. 218). Matematikte problem çözme becerisinin öğretimi matematiksel problemler üzerinden gerçekleştirilir. Matematiksel problem, matematiksel bilginin uygulanmasını gerektiren, karşılaştıklarında çözümlerinin hemen bulunamayıp çözüm yolları aramaya sevk eden bütün matematiksel durumlar olarak tanımlanabilir (Bayazit ve Aksoy, 2009). Birey sayı ve semboller ile gerçek hayatta karşılaştığı problemi bir matematik problemi haline getirir. Daha sonra problemin matematiksel çözümünü gerçekleştirir ve elde ettiği çözümü gerçek hayatta kullanır (Şekil 3).



Şekil 3. Gerçek Dünya ve Matematik Dünyası Arasındaki Döngü, (Altun, 2000)

Altun'a (2000, s.90) göre, matematikte problem çözme becerisinin öğretim amaçları özel ve genel olmak üzere iki başlık altında incelenebilir. Problemlerin nasıl çözüldüğünün öğretilmesi özel amaçlara hizmet eder. Bunlar; doğrultuda bireye işlem becerisini geliştirme, sayı ve şekillerle uğraşmaya alışma, veri toplama ve tasnif etme, problem metnine uygun şekil ve şema çizme, düşünceleri matematiksel dille ifade etme, yazılı ve görsel yayınlarda kullanılan matematik ifadelerini anlamadır. Problem çözmenin genel amacı ise, problem çözme yeteneğini geliştirmektir. Bu yetenek, problemin doğasını kavarama, problemi anlama, problemin çözümü için uygun stratejiyi seçme ve kullanma, elde edilen sonucu yorumlama olarak tanımlanabilir.

Problem çözme becerisinin kazandırılmasında ulusal ve uluslararası kuruluşlar matematik programlarında birtakım kazanımlara yer vermiştir. NCTM (2000) problem çözmenin matematik öğretiminin ayrılmaz bir parçası olduğunu belirtmiştir.

NCTM'ye göre, okul öncesinden 12 sınıfa kadar tüm öğretim programları problem çözme becerisinin kazandırılmasında öğrencilere şu fırsatları sunmalıdır;

- ✓ Problem çözme ile yeni matematiksel bilgi birikimi oluşturma,
- ✓ Matematik ve diğer bağlamlarda ortaya çıkan problemleri çözme,
- ✓ Problemleri çözmek için uygun stratejileri seçme ve uygulama,
- ✓ Kendi matematiksel problem çözme sürecini gözlemleme ve gözlemlerini problem çözme sürecine yansıtma.

Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının hazırladığı 6,7 ve 8. sınıf matematik öğretim programında problem çözme becerisi temel matematik becerisi olarak kabul edilmiştir. Matematiksel problemler ile öğrencilere kazandırılacak bilgi ve becerilerin daha anlamlı olması için seçilen problemlerin öğrenci yaşantısıyla ilgili olması, ilgi çekmesi ve ihtiyaç hissettirmesi gerektiği vurgulanmıştır. Öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirilmesinde aşağıdaki kazanımlar programa dâhil edilmiştir (MEB, 2009, s. 14):

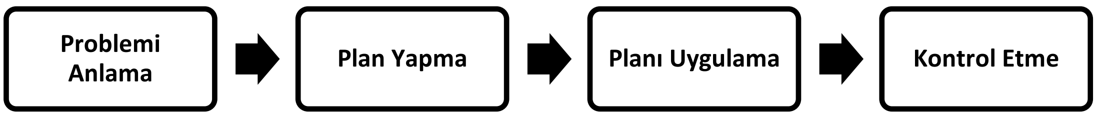
- ✓ Matematiği öğrenmek için problem çözmeden yararlanır.
- ✓ Problem çözmenin öğrenmeye katkı sağlayacağına ilişkin farkındalık geliştirir.
- ✓ Yaşantısında, diğer derslerde ve matematikte karşılaştığı yeni bir durumda problem çözme becerisini kullanır.
- ✓ Problem çözme adımlarını anlamlı bir şekilde uygular.
- ✓ Problem çözmenin yanı sıra kendi problemlerini de kurar.
- ✓ Problem çözmede öz güven duyar.
- ✓ Problem çözme ile ilgili olumlu duygu ve düşüncelere sahip olur.

Kilpatrick' e göre (1985) etkili problem çözme, birçok faktörü barındırmaktadır. Bu faktörler; problem ile ilgili bilgileri organize edebilme, problemi temsil edebilecek tekniklere sahip olma ve problemin çözümü için gerekli metabilişsel süreçleri işletebilme olarak sıralanmıştır. Bu faktörlerin dışında tutumların, inançların, duyguların ve motivasyonun da problem çözme üzerinde etkili faktörler olduğu belirtilmiştir (Renga ve Dalla, 1993).

Literatürde, bireylerin problem çözme süreçlerini açıklamak ve onlara bu süreçte yol göstermek için farklı problem çözme yaklaşımlarının geliştirildiği görülmtekdir. Geliştirilen bu yaklaşımlar, bir sonraki bölümde ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır.

2.1.1. Problem Çözme Modelleri

Matematiksel problem çözme alanında araştırma yapan birçok bilim adamı farklı modeller ile problem çözme süreçlerini açıklamıştır (Polya, 1957; Garofalo ve Lester, 1985; Schoenfeld, 1985; Montague ve Applegate, 1993; Bransford ve Stein, 1984, akt. Jonassen, 2011). Problem çözme sürecini açıklamak için geliştirilen modellerin ortak noktası, bilişsel ve bilişüstü stratejilerinin problem çözme sürecinde kilit rol oynadığını vurgulamalarıdır. Zaman içerisinde geliştirilen modeller bilişsel ve bilişüstü stratejilerin problem çözme süreci içerisindeki rolüne dikkat çekmiştir. Geliştirilen modeller arasında en çok bilinenlerden biri Polya'nın (1957) dört aşamadan oluşan problem çözme modelidir. Bu model birbirini takip eden a) problemi anlama, b) plan yapma, c) planı uygulama ve d) kontrol etme süreçlerinden oluşmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Polya'nın Problem Çözme Modeli

a) **Problemi Anlama**: Problemde yer alan sözlü açıklamayı anlama, bilinmeyenleri belirleme, problemdeki veriler ve durumlarla çalışma, problemi anlamak için birtakım çizimler ve gösterimler yapma ve problemi birtakım parçalara bölme işlemlerini kapsamaktadır. Polya' ya (1957, s. 6-7) göre öğretmen problem ile ilgili çeşitli sorular (Size göre problemdeki bilinmeyen(ler) nedir/nelerdir? Problemde bize sunulan bilgi/bilgiler nedir/nelerdir?) sorarak öğrencilerin problemi anlayıp anlamadıklarını belirleyebilir. Problemin anlaşılmasında problemin görselleştirilmesi, ilgi çekici olması, çok zor ya da çok kolay olmaması önemlidir.

Problemin tam olarak anlaşılması için aşağıdaki soruların göz önünde bulundurulması faydalı olacaktır (Aufmann ve diğerleri, 2008, s. 16):

- Problemi kendi cümlelerim ile ifade edebiliyor muyum?
- Verilen problem türüne göre problemde bilinenleri tespit edebiliyor muyum?
- Problemin çözümüne ulaşılmasını engelleyen eksik bir bilgi var mı?
- Problemin çözümü için gereksiz, fazla bilgi var mı?
- Problemde bilinmeyen ve ulaşılmak istenen nedir?

b) **Plan Yapma**: Veriler ile problem arasında ilişkiler kurarak problemdeki bilinmeyene ulaşmak için ilgili hesaplamaları, ölçümleri belirleme ve matematiksel denklemleri oluşturma süreçlerini kapsamaktadır. Polya' ya (1957 s.8-9) göre problem çözme sürecinde deneyimler çok önemlidir. Dolayısıyla plan yapma aşamasında farlı problemlerin çözümünde kullanılan önceki yöntemlerin denenmesi de gerekmektedir. Problemin çözümü için gerekli plan zihinde aniden veya yavaş yavaş belirebilmektedir. Öğretmen bu süreçte öğrencilerin önceki deneyimlerini göz önünde bulundurarak onlara yardımcı olabilir.

Problem çözme konusunda başarılı bireylerin birtakım stratejiler kullandığı bilinmektedir (Aufmann ve diğerleri, 2008, s.16). Bu doğrultuda plan yapma aşamasında kullanılabilecek bazı stratejiler şu şekilde sıralanabilir:

- ✓ Bilinenlerin bir listesinin hazırlanması
- ✓ Çözüm için gerekli bilgilerin bir listesinin hazırlanması
- ✓ Şema ve taslakların hazırlanması
- ✓ Sonuçları gösteren bir tahmin listesinin hazırlanması
- ✓ Tablo veya grafiklerin hazırlanması
- ✓ Geriye yönelik yapılan işlemlerin kontrol edilmesi
- ✓ Benzer ve basit problemlerin çözülmeye çalışılması
- ✓ Çözüm için bir örüntünün aranması
- ✓ Çözüm için bir eşitliğin yazılması ve eşitlikteki her bir verinin neyi temsil ettiğinin açıklanması
- ✓ Daha önce kullanılan çözüm yollarının denenmesi
- ✓ Çözümün tahmin edilmesi ve tahminin elde edilen sonuç ile karşılaştırılması

- ✓ Muhakeme yaklaşımlarının kullanılması

c) **Planı Uygulama**: Planının ayrıntılarını inceleme, planda yer alan her bir adımı dikkatlice kontrol etme ve planı adım adım uygulama süreçlerini kapsamaktadır. Planı uygulama sürecinin en önemli aşaması öğrencinin her bir adımın doğru gerçekleştirilip gerçekleştirilmediğinden emin olmasıdır. Bu aşamada öğretmen öğrencilere çeşitli sorular (Planı uygulama adımlarını doğru bir şekilde gerçekleştirdiğinden tam olarak emin misin? Bu adımların doğru bir şekilde gerçekleştirildiğini ispatlayabilir misin?) yönelterek her bir adımın doğruluğunu onaylaması gerekebilmektedir (Polya, 1957, s.35-36). Planın uygulaması aşmasında en çok dikkat edilmesi gereken üç nokta şu şekilde sıralanabilir (Aufmann ve diğerleri, 2008, s.16):

- ✓ Planı uygularken dikkatli çalışmak, işlem hatası yapmamak
- ✓ Uygulanan tüm adımları dikkatli ve doğru bir şekilde kaydetmek
- ✓ Başlangıçta hazırlanan planı kontrol etmek, gerekli ise planı revize etmek veya değiştirmek

d) **Kontrol Etme**: Sonucun ve çözüm yolunun kontrol edilmesi sürecidir. Polya' ya (1957 s.68-9) göre, problemin uzunluğuna başlı olarak çözüm sürecinde hata yapılma olasılığı artmaktadır. Dolayısı ile problemin çözümünde ulaşılan sonucun kontrol edilmesi ve doğrulanması gerekebilir. Bu süreçte ayrıca çözüm sürecinin başka problemlerin çözümü için de uygulanıp uygulanamayacağı tartışılmalıdır. Kontrol etme aşamasında ulaşılan her sonuç şu üç nokta dikkate alınarak kontrol edilir (Aufmann ve diğerleri, 2008, s. 17):

- ✓ Elde edilen sonucun problemin doğası ile tutarlı olup olmadığını kontrol etme,
- ✓ Elde edilen sonucu problem kapsamında yorumlama,
- ✓ Uygulanan çözüm yolunu başka problemler üzerinde de deneme ve çözüm yolunun genellenebilirliğini kontrol etme,

Schoenfeld'in (1985) tanımladığı problem çözme modelinde ise dört bilgi/beceri kategorisi yer almaktadır. Bu kategoriler kaynaklar (Resources), kestirme yolları (heusistics), kontrol (Control) ve İnançlar (Beliefs) olarak sıralanmıştır. Bu kategoriler kısaca şu şekilde tanımlanabilir:

a) **Kaynaklar**: Problemin çözümünde kullanılan ve öğrencinin sahip olması gereken matematiksel kurallar ve algoritmaları kapsamaktadır.
b) **Kestirme yolları**: Geriye dönme, tasvir etme, yeniden kurma gibi problem çözme strateji ve tekniklerini kapsamaktadır.
c) **Kontrol**: planlama, İzleme ve değerlendirme gibi üstbilişsel davranışları kapsamaktadır.
d) **İnançlar**: bireyin kendisi hakkındaki düşüncelerini, matematik ve matematiksel konular hakkındaki inançlarını kapsamaktadır.

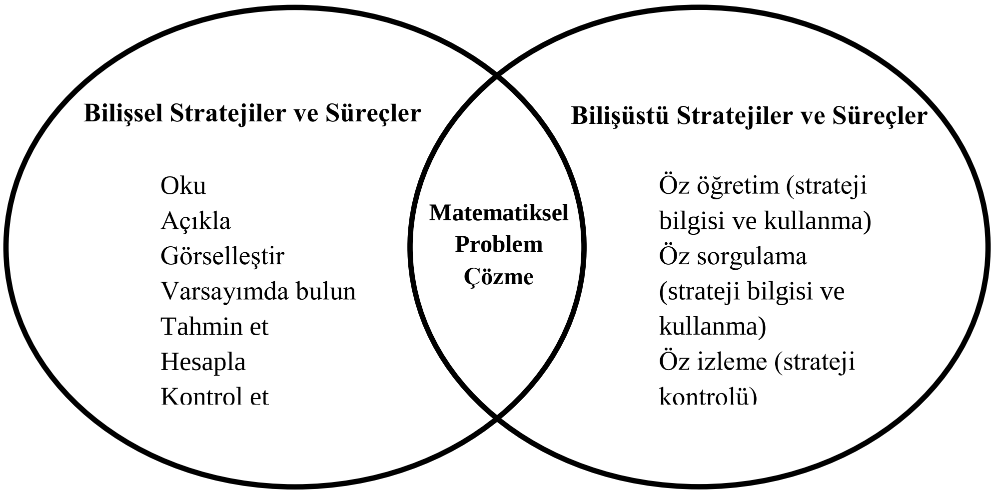
Garafalo ve Lester (1985); Polya, Schoenfeld, Sternberg ve Luria'nın önerdiği modellerin bir karışımını dikkate alarak bilişsel-bilişüstü bir model oluşturmuştur. Bu model problem çözme gibi matematiksel görevlerin yerine getirilmesinde kullanılabilmektedir. Geliştirilen model, bireyin bilişüstü kararlarının etkileyebileceği bilişsel eylemlerine dikkat çekmektedir. Garafalo ve Lester (1985), bilişsel-bilişüstü modelinin matematiksel performansın metabilişsel yönünün analiz edilebilmesi için uygun bir araç olabileceğini belirtmiştir. Model; uyum (oritentation), organizasyon (organization), uygulama (execution) ve doğrulama (verification) aktivitelerini içeren dört aşamadan oluşmaktadır.

a) Uyum: Problemi anlamak ve değerlendirmek için kullanılan birtakım stratejik davranışlardır. Uyum stratejileri anlamayı, bilginin analiz edilmesini, görselleştirmeleri, zorluk düzeyinin ve başarı şansının belirlenmesi süreçlerini kapsamaktadır.
b) Organizasyon: hedefleri ve alt hedefleri belirleme, bütünsel ve kısmi planlama süreçlerini kapsamaktadır. Organizasyon basamağı problemi anlayarak problemin bütününü tanımlayıp problemin çözüm aşamalarını adım adım belirlemek olarak görülebilir.
c) Uygulama: Bu basamak planı uygulamak için birtakım davranışların düzenlenmesi olarak görülebilir. Bu basamakta yerel hareket performansı, kısmi ve bütünsel planların gözden geçirilmesi süreçleri ve karşılaştırmalı kararlar (hız, doğruluk ve uygunluk derecesi vb.) gibi süreçler gerçekleştirilmektedir.
d) Doğrulama: Bu basamak, uygulanan plan ile elde edilen sonuçların ve kazanımların değerlendirilmesini olarak görülebilir. Ayrıca bu basamak uyum,

organizasyon ve uygulama basamaklarının değerlendirilmesini de kapsamaktadır. Doğrulama basamağında yapılan gösterimlerin uygunluğu, alınan kararların doğruluğu, bütünsel ve kısmı planlamaların tutarlılığı, bütünsel planların amaçlarla tutarlılığı gözden geçirilmektedir.

Garofalo ve Lester'e göre (1985), Polya'nın modelinde problem çözme aşamaları bir adımdan diğer adıma doğru doğrusal bir ilerleme göstermektedir (Şekil 4). Oysa problem çözerken bir adımdan diğer adıma geçiş sürecinin her bir aşaması, problem çözenin metabilişsel kararları sonucu oluşmaktadır. Garafolo ve Lester'in modelinde; bireylerin problem çözerken gösterdiği davranışlar üstbilişsel eylemlere göre tanımlanmaktadır. Polya'nın modelinde ise metabilişsel farklılık sadece problem çözmenin kontrol basamağında ortaya çıkmaktadır.

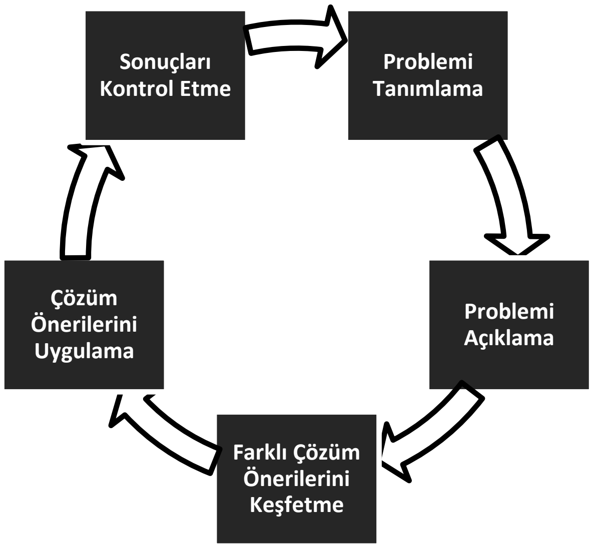
Bir diğer problem çözme modeli Montague ve Applegate'ye (1993) ait bilişsel-metabilişsel matematik problem çözme modelidir. Bu modelde problem çözme süreci yedi bilişsel ve üç metabilişsel süreç ile açıklanmıştır. Şekil 5'te Bilişsel-Metabilişsel Matematik Problem Çözme Modeli gösterilmiştir.



Şekil 5. Bilişsel-Metabilişsel Matematik Problem Çözme Modeli (Montague ve Applegate, 1993)

Montague ve Applegate'nin (1993) modelinde bilişsel süreçler, problem çözme stratejileri olarak ele alınmıştır. Bilişsel süreçler; okuma, açıklama, görselleştirme, varsayımda bulunma, tahmin etme, hesaplama ve kontrol etme süreçlerini kapsamaktadır. Metabilişsel süreçler ise öz öğretim, öz sorgulama ve öz izleme süreçlerinden oluşmaktadır. Öz öğretim; problemden gerekli bilgiyi elde etme, yanlışları düzeltme, dikkati sağlama, benzer problemler için benzer çözüm yolları üretip kullanma becerilerini kapsamaktadır. Öz sorgulama; karar verme süreçlerinin değerlendirilmesi, cevabın ve öz öğretim sürecinin onaylanması aşamalarını kapsamaktadır. Öz izleme ise bireyin kendini bir problem çözen kişi olarak değerlendirmesi, kullandığı stratejilerin doğruluğunu kontrol etmesi gibi izleme süreçlerini kapsamaktadır (Montague ve Applegate, 1993).

Bir diğer problem çözme modeli Bransford ve Stein'in (1984) geliştirdiği IDEAL problem çözme modelidir. Model beş aşamadan oluşmakta ve bu aşamaların baş harfleri modelin ismini temsil etmektedir. Bu aşamalar; Problemi Tanımlama (Identify Problem), Problemi Açıklama (Defining Problem), Farklı Çözüm Önerileri Keşfetme (Exploring Alternative Solutions), Çözüm Önerilerini Uygulama (Apply Solutions) ve Sonuçları Kontrol Etme (Look at Effects of Solutions) olarak isimlendirilmiştir (akt. Jonassen, 2011, s. 3).



Şekil 6. IDEAL Problem Çözme Modeli

IDEAL problem çözme modelinde problemin tanımlanması aşaması; problemde geçen önemli olguları, işlemleri ve soruları tanımlamayı kapsamaktadır. Problemin açıklanması aşması; problemi kendi cümleleri ile ifade etmeyi, şema ve taslak hazırlamayı, sorunun çözümü için bilinmeyenleri belirlemeyi gerektirmektedir. Modelin üçüncü aşaması olan farklı çözüm önerilerini keşfetme aşaması, problemin çözümü için farklı stratejileri ve algoritmaları keşfetmeyi kapsamaktadır. Çözüm önerilerini uygulama aşaması; bir uygulama planının oluşturulması, cevaba ulaşmak için en iyi yolun seçilmesi ve uygulanan stratejilerin isimlendirilmesini kapsamaktadır. Modelin beşinci ve son basamağı olan sonuçları kontrol etme aşaması ise; geriye dönerek elde edilen cevabın doğruluğunu mantık çerçevesinde kontrol etmeyi, yapılan hesaplamaları ve aşamalarını kontrol etmeyi ve elde edilen tüm sonuçları değerlendirmeyi kapsamaktadır (Fortus, 2005, s. 9-11).

Problem çözme sürecinde farklı matematiksel beceriler ve yetenekler birlikte kullanılır. Özellikle problemin çözümü için gerekli görselleştirmelerin etkili bir şekilde kullanılabilmesi, uzamsal yetenekle açıklanmaktadır (Grattoni, 2007). Bir sonraki bölümde problem çözme ve uzamsal yetenek arasındaki ilişkiler ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır.

2.1.2. Problem Çözme ve Uzamsal Yetenek

Yapılan çalışmalar, uzamsal yetenek ile matematiksel problem çözme becerisi arasında pozitif yönlü anlamlı ilişkilerin bulunduğunu göstermiştir (Smith, 1964; Fennema ve Tartre, 1985; Booth ve Thomas, 1999; Fennema ve Sherman, 1997; Markey, 2009). Booth and Thomas (1999), öğrencilerin matematikte grafik ve şema problemlerinin çözümünde uzamsal yeteneklerini kullanmaya ihtiyaç duyduklarını belirtmiştir. Ayrıca Booth ve Thomas (1999), zihinsel hesaplamalar yaparken gerekli bilgilerin akılda tutulmasında ve işlenmesinde, birden fazla işlem gerektiren problemler için gerekli bilgilerin organize edilmesinde uzamsal yeteneğin önemli olabileceğini bildirmiştir. Grattoni (2007) ise yapmış olduğu araştırmayla öğrencilerin matematiksel problem çözerken kullanmış oldukları uzamsal becerileri ile algıladıkları problem çözme becerileri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırma sonucunda, uzamsal yetenek ile problem çözme becerisi arasında pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişkinin bulunduğunu belirtmiştir. Markey de (2009), uzamsal muhakeme becerisi ile matematik ve geometri problemlerini çözme becerisi arasında pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişki bulmuştur.

Yapılan çalışmalar uzamsal yeteneğin problem çözme becerisini pozitif yönde etkileyen önemli bir beceri olduğunu da göstermektedir. Örneğin Tartre (1990), uzamsal yeteneğin bir boyutu olan uzamsal yönelim yeteneğinin matematiksel problem çözme sürecinde problemin belirlenmesinde ve tanımlanmasında kullanılan bir yetenek olduğunu belirtmiştir. Problem çözme becerisi ile uzamsal yetenek arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların ortak noktası, etkili problem çözme becerisine sahip öğrencilerin problemin çözümünde görselleştirme ve tasvir etme yöntemini etkili bir şekilde kullanmakta olduklarıdır. Bu öğrenciler problemin çözümü için gerekli uzamsal bilgileri zihinlerinde kodlayarak tasvir etmektedir. Fennema ve Tartre (1985), uzamsal yeteneğin bazı matematik problemlerinin çözülmesinde kilit rol oynadığını belirtmiştir. Pape ve Wang (2003, s.419) ise deneyimli ve başarılı problem çözücülerin, problemi oluşturan parçaları ve parçalar arasındaki ilişkileri bir bütün olarak görebilmek için, problem cümlesini zihinsel bir modele veya bilişsel bir gösterime dönüştürdüklerini ifade etmiştir. Örneğin dikdörtgen şeklindeki tarlasının etrafını, tarla duvarı ile 10 metre aralık olacak şekilde, çitlerle örmek isteyen bir çiftçinin kaç metre çite ihtiyaç duyduğunu bulmamızı isteyen bir sözel problemin çözümü için görselleştirmenin ve tasvirin önemli olduğu görülmektedir. Van Garden (2006), problemlerin çözümü için görselleştirme ve tasvirlerin oluşturulmasına şematik görüntüleme (schematic imagery) adını vermiş ve bu yöntemin çok karmaşık bir yöntem olduğunu belirtmiştir. Yapılan çalışmalarda şematik görüntüleme yöntemini etkili kullanan öğrencilerin matematik problem çözme performanslarının daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Hegarty ve Kozhevnikov, 1999; Van Garderen ve Montague, 2003). Örneğin Van Garderen ve Montague (2003), öğrencilerin matematiksel problemleri çözerken problemlerin çözümü için oluşturdukları görselleştirmelerin düzeyleri ile matematiksel problem çözme performansları arasında pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişkinin olduğunu belirtmiştir.

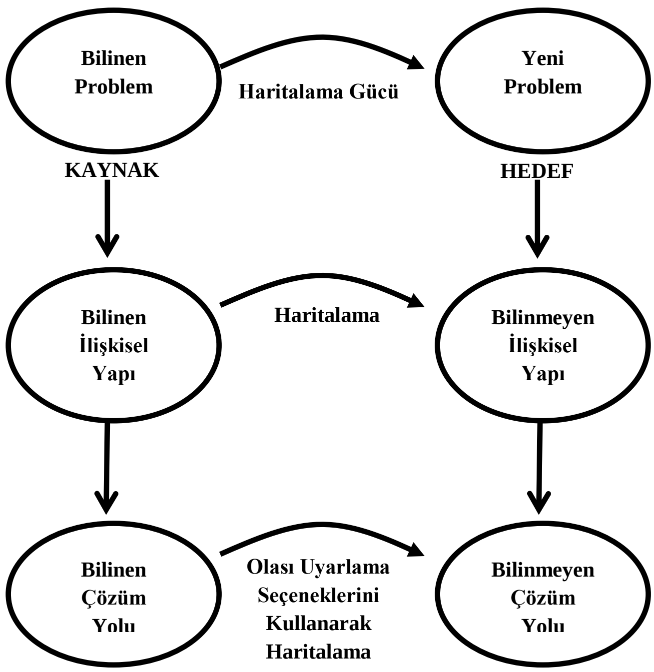
Bishop (1980), uzamsal beceri eğitiminin verilen problem durumlarının zihinde canlandırılmasını kolaylaştırarak, öğrencilerin matematiksel problemleri çözmesine yardımcı olacağını belirtmiştir. Ayrıca, uzamsal modeller ile problemlerin yapısının daha kolay anlaşılabileceğini ifade etmiştir. Bishop’un önerileri doğrultusunda, problemin parçaları arasındaki ilişkilerinin belirtilmesinde ve probleme ait bilgilerin organize edilmesinde; ağaç diyagramları, ven şemaları, grafikler ve bunlara benzer diğer figürler sıklıkla kullanılmaktadır (Akt. Tartre, 1990, s. 218).

Problem çözme sürecinde uzamsal yetenekle birlikte farklı matematiksel beceriler de kullanılmaktadır. Özellikle, problem çözme sürecinde eldeki fikirlerin ve önermelerin mantılı bir şekilde düzenlenmesinde, matematiksel muhakeme becerisi oldukça önemlidir (Leighton ve Sternberg, 2004). Bir sonraki bölümde problem çözme becerisiyle muhakeme becerisi arasındaki ilişki ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir.

2.1.3. Problem Çözme ve Muhakeme

NCTM (2000), NAEP (2002) ve TIMSS (akt., Mullis ve diğerleri, 2012) gibi uluslararası ve MEB (2009) gibi ulusal kuruluşun matematik öğretim programlarında tanımlanan matematiksel beceriler incelendiğinde, problem çözme ve muhakeme becerilerinin ön plana çıktığı anlaşılmaktadır. Bu becerilerin birbiri ile nasıl bir ilişkiye sahip olduğu yapılan çalışmalar ve ilgili araştırmalarla ortaya konmuştur. Örneğin, NAEP (2002), matematiksel muhakeme becerilerini problem çözme becerisi içerisinde ele almıştır. Muhakeme becerileri; a) problem çözme stratejilerini, probleme ait verileri ve istenilen ile ilişkili matematik bilgilerini kullanabilme b) problem çözümlerinde uzamsal, tümevarıma ve tümden gelime dayalı muhakeme yapabilme c) problemlerin çözümlerinin uygunluğu ve doğruluğu ile ilgili karar verebilme olarak sınıflamıştır. Ayrıca yapılan çalışmalarda muhakeme ve problem çözme becerileri arasında yüksek düzeyde pozitif yönlü ve anlamlı ilişkilerin olduğu tespit edilmiştir (Barbey ve Barsalou, 2009; Çelik ve Özdemir, 2011; Çetin ve Ertekin, 2011). Barbey ve Barsalou (2009), muhakeme yaklaşımlarından biri olan tümevarıma dayalı muhakeme yaklaşımının problem çözme süreçlerinde sıklıkla kullanıldığını belirtmiştir. Çelik ve Özdemir (2001) orantısal muhakeme becerisi ile problem kurma becerisi arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Genel olarak; orantısal muhakeme düzeyi arttıkça, çözülebilir nitelikte ve problem yönergesinde verilen veriye uygun orantı türünde oran-orantı problemi kurma oranı artmıştır. Çetin ve Ertekin (2011, s. 56), orantısal muhakeme becerisi ile denklem çözme başarısı arasında toplam puanlar bazında α=0.01 düzeyinde pozitif yönlü anlamlı (r=0.84) ilişki bulmuştur. Yapılan çalışmalar ve ilgili araştırmalar, problem çözme ve muhakeme becerilerinin birbiri ile ilişkili iki beceri olduğunu açık bir şekilde göstermektedir.

English (2004, s. 5) muhakeme yaklaşımlarından biri olan benzetime dayalı muhakemenin problem çözmede kullanılması ile ilgili çalışmaların sayısının son dönemlerde önemli ölçüde arttığı belirtmiştir. Bu çalışmalarda, muhakeme yapanın, daha önce çözdüğü problem (kaynak) ile yeni karşılaştığı problemin (hedef) ilişkisel yapıları arasındaki benzerliği algılaması üzerinde durulmuştur. Muhakeme yapanın kullandığı bu yöntem, iki problem arasında "yapısal hizalama" veya "haritalama" olarak adlandırılmaktadır. English (2004, s. 6), problem çözmede benzetime dayalı muhakeme sürecinin nasıl kullanıldığını Şekil 7'de özetlemiştir.



Şekil 7. Problem Çözmede Benzetime Dayalı Muhakeme Süreci (English, 2004)

Leighton ve Sternberg'e göre (2004, s. 3-4) muhakeme en genel anlamı ile bir sonuca varma veya bir sonuç çıkarma süreci olarak tanımlanabilir. Sonuca varma veya sonuç çıkarma süreçleri problem çözme ve karar verme işlemlerinin temel bir öğesidir. Birey, amaç odaklıdır ve ulaştığı sonuçlar eninde sonunda amaçlarına ulaşmasına yardım eder. Muhakemenin problem çözmede aracı bir rolü vardır. Bir aracı olarak muhakeme sahnenin arkasında çalışır, fikirleri ve önermeleri koordine eder.

Problem çözme ve muhakeme becerileri ile ilişkili olan ve matematik başarısı üzerinde önemli etkilere sahip olan bir başka değişken uzamsal yetenektir (Bishop, 1980 akt. Tartre, 1990; Battista, 1990; Wheatley ve Wheatley, 1979; Hegarty ve Kozhevnikov, 1999; Van Garderen ve Montague, 2003; Smith, 1964; Fennema ve Tartre, 1985; Booth ve Thomas, 1999; Fennema ve Sherman, 1997; Markey, 2009; Brown ve Wheatley, 1989; Guay ve McDaniel, 1977; McGee, 1979; Delialioğlu ve Aşkar, 1999; Guay ve McDaniel, 1977; Kayhan, 2005). Bir sonraki başlıkta uzamsal yetenek ve uzamsal yeteneğin bileşenleri ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir.

2.2. Uzamsal Yetenek ve Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri

Literatürde uzamsal yeteneğin farklı bileşenlerinin bulunduğunu bildiren birçok araştırmacı bulunmaktadır (Carroll, 1993; Contero ve diğerleri, 2005; Kimura, 1999; McGee, 1979; Olkun, 2003). Araştırmacıların belirttiği bileşenlerin bir kısmı ortak olmakla beraber birçoğu birbirinden oldukça farklıdır. Bu farklılık yapılan uzamsal yetenek tanımlarının çeşitlenmesine neden olmuş ve ortak bir tanımın oluşmasını güçleştirmiştir. Yapılan tanımlar dikkate alındığında genel olarak uzamsal yeteneğin, görsel şekillerin üç boyutlu uzayda zihinde manipüle edilebilmesini gerektiren bir yetenek olduğu söylenebilir. Bu bölümde uzamsal yeteneği ayrıntılı bir şekilde inceleyerek uzamsal yeteneği oluşturan bileşenleri araştıran uzmanların tanımlarına yer verilmiştir. Daha sonra karşılaştırmalı bir yaklaşım ile uzamsal yeteneği oluşturan en önemli bileşenler otaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Ayrıca uzamsal yetenek bileşenlerinin ölçülmesinde kullanılan ölçme araçları hakkında da bilgi verilmiştir.

Uzamsal yetenek ve bileşenlerini ilk tanımlayan araştırmacılardan biri olan French (1951) uzamsal yeteneği, üç boyutlu uzayda nesnelerin hareketlerini canlandırarak nesneleri kavrama veya nesneleri zihinsel olarak hareket ettirebilme yeteneği olarak tanımlamıştır (Akt. McGee, 1979 s.21). French (1951) uzamsal yetenek (görsel algı) alanı ile ilgili birbirinden farklı dokuz faktörün bulunduğunu belirtmiştir. French bu faktörleri; Uzay (Space), Uzamsal Yönelim (Spatial Orientation), Görselleştirme (Visualization), Bütünsel Algı (Gestalt Perception), Bütünsel Esneklik (Gestalt Flexibility), Algılama Hızı (Perceptual Speed), Uzunluk

Tahmini (Length Estimation), Algısal Değişimler (Perceptual Alternations) ve Figür Yanılsamaları (Figure Illusions) olarak isimlendirmiştir. Bu faktörler aşağıda tanımlanmıştır (Aktaran Carroll, 1993, s. 307-308).

Uzay: Üç boyutlu nesneleri algılayabilme ve bu nesneleri birbiri ile karşılaştırabilme yeteneğidir.

Uzamsal Yönelim: Değiştirme ya da yönlendirme ile farklılaştırılmış üç boyutlu nesnelerin yeni görünümlerini algılayabilme yeteneğidir.

Görselleştirme: Üç boyutlu uzaydaki bir nesnenin görsel hareketlerini kavrama veya üç boyutlu bir nesnenin hareketlerini zihinde manipüle edebilme yeteneğidir.

Bütünsel Algı: Birbirinden ayrı ve belirsiz görsel uyarıcıları birleştirerek bir bütün olarak algılayabilme yeteneğidir.

Bütünsel Esneklik: Bir nesnenin farklı durumlarını aynı anda ve peş peşe manipüle (canlandırabilme) edebilme yeteneğidir.

Algılama Hızı: Önceki yaşantılara paralel olarak, dikkat dağıtıcı görseller arasından düzenli bir yapıyı, modeli veya şekli bulabilme ve algılayabilme yeteneğidir.

Uzunluk Tahmini: Bir kâğıt üzerindeki iki çizgi veya iki uzaklık arasındaki mesafeyi karşılaştırabilme yeteneğidir.

Algısal Değişimler: Bir modelin birbirini izleyen dönüşüm ve değişimlerinin oranıdır.

Figür Yanılsamaları: Geometrik örüntüler barındıran figür yanılsamalarına karşı dayanıklılık gücüdür.

Guilford ve Zimmerman (1947) ise uzamsal yeteneği; nesne veya nesneleri zihinsel olarak hareket ettirme, çevirme, bükme veya döndürme yeteneği olarak tanımlamıştır. Ayrıca bu yeteneğin farklı yönlerde döndürülmüş nesnelerin yeni görünümlerini veya pozisyonunarını algılayabilmeyi de gerektirdiği belirtilmiştir (Akt. Thompson, 1987, s. 8). Lord (1985), uzamsal yeteneği zihinde imge oluşturma ve bu imgeyi kontrol etme yeteneği olarak tanımlamıştır (Akt. Tekin, 2007, s. 12). Thurstone (1947), uzamsal yeteneğini farklı persfektifler ile gösterilen nesneleri tanıyabilme ve ayırt edebilme olarak tanımlamıştır (Akt. Thompson, 1987, s.8). Tartre (1990, s. 216) ise uzamsal yeteneği ilişkileri görsel olarak anlamayı, değiştirebilmeyi, kullanabilmeyi, yeniden düzenlemeyi ve ifade etmeyi içeren bir zihinsel yetenek olarak tanımlamıştır.

Linn ve Petersen'e göre (1985, s. 1482-1483) uzamsal yetenek temsil etme, dönüştürme, geliştirme, üretme, simgesel ve sözel olamayan bilgileri hatırlama alanlarında yetenekli olmayı gerektirir. Linn ve Petersen uzamsal yeteneğin uzamsal görselleştirme, uzamsal algılama ve zihinsel çevirme yeteneklerinin bir bileşimi olduğunu belirtmiştir. Linn ve Petersen (1985) bu yetenekleri ölçen testlerden hareketle uzamsal görselleştirmeyi; karmaşık ve çok adımlı sunulan uzamsal bilgileri manipüle edebilme yeteneği, uzamsal algılamayı; dikkat dağıtıcı bilgilere aldırmadan, kendi vücudunun pozisyonuna göre uzamsal ilişkileri tespit edebilme yeteneği ve zihinsel çevirmeyi ise; iki ve üç boyuttaki nesneleri hızlı ve doğru bir biçimde zihinde döndürebilme yeteneği olarak tanımlamıştır.

Kimura (1999), yapılan deneysel çalışmalardan yola çıkarak uzamsal yeteneği altı alt yetenek başlığı altında incelemiştir. Kimura' ya (1999) göre uzamsal yetenek; uzamsal yönelim (*Spatial orientation*), uzamsal yer bellek (Spatial location memory), hedefleme (*Targeting*), uzamsal görselleştirme (*Spatial visualization*), nesne ayırt etme (*Disembedding)* ve uzamsal algı (*Spatial perception veya field independence*) yeteneklerinin bir birleşimidir. Kimura (1999), bu yetenekleri şu şekilde açıklamıştır:

Uzamsal yönelim: Bir nesnenin belirli bir yönde hareket ettirilmesi sonucu, nesnenin görünümünde oluşacak değişiklikleri doğru tahmin etme yeteneğidir. Bu yetenek, iki ve üç boyutlu uzayda farklı açılarla hareket ettirilmiş nesnelerin iki ve üç boyutlu yeni görünümlerini ölçen testlerle belirlenebilir (Kimura, 1999, s. 53).

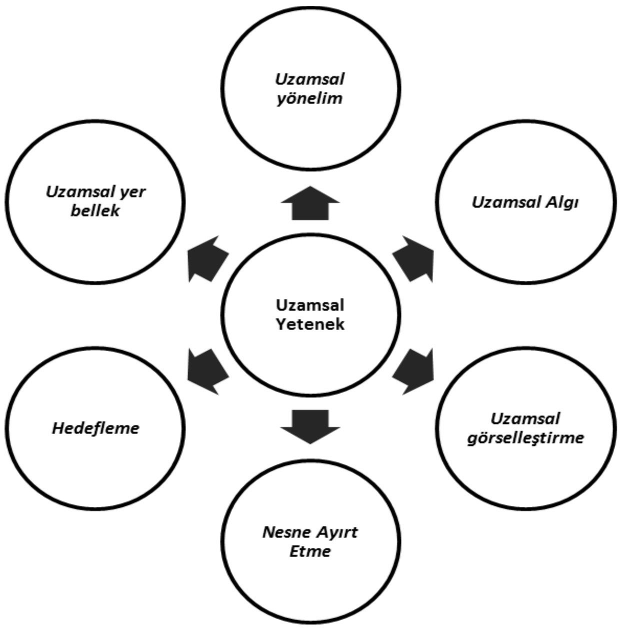
Uzamsal Yer Bellek: Belli bir dizide yer alan nesnenin konumunu hatırlama yeteneğidir. Uzamsal yer bellek testleri bir dizi gerçekçi ya da geometrik nesneleri içeren, hatırlanabilir şekiller içerir. Bazı ticari oyunlar ve hafıza oyunları bu yeteneği ölçmek için kullanılabilir (Kimura, 1999, s. 53).

Hedefleme: Hedefe atılan bir nesnenin izleyeceği yolu tahmin etme veya bir nesneyi bir hedefe doğru fırlatma yeteneğidir. Bu yeteneği kategorize etmek güçtür; çünkü daha çok motor becerilerle ilişkilidir. Bu yetenek, atış becerisini ölçen testlerle rahatlıkla ölçülebilir (Kimura, 1999, s. 53).

Uzamsal Görselleştirme: Sahnede meydana gelen yön değişikliğini fark edebilme ve değişikliğin miktarını belirleyebilme yeteneğidir. Bu yetenek zihinsel çevirme becerisine benzetilebilir, uzamsal görselleştirme yeteneği nesnenin dinamik görünümleri ile statik görünümleri arasındaki ilişkiyi tahmin edebilmeyi gerektirmektedir. Ayrıca, uzamsal görselleştirme yeteneği üç boyutlu bir objenin iki boyutlu halini (küpün açılmış hali gibi) canlandırabilme olarak da tanımlanabilir (Kimura, 1999, s. 53).

Nesne Ayırt Etme: Bu yetenek, karmaşık bir yapının içine gizlenmiş basit bir objenin ayırt edilebilmesini gerektirir. Bu yetenek, karmaşık bir desenin içine saklanmış bir modelin bulunmasını isteyen testlerle ölçülebilir (Kimura, 1999, s. 53).

Uzamsal Algı: Farklı desenlerin sergilendiği sahnede geçerli yatay ve dikey yönleri belirleyebilme yeteneğidir. Bu yetenek şu testlerle ölçülebilir; aynı ortamda bulunan farklı desenlerden etkilenmeyerek, istenen desenin dik halinin çizilmesini gerektiren testler ve içinde belli bir miktar su bulunan şeffaf silindirik kavanozun farklı açılarla hareket ettirilmesi ve son duruma göre kavanozun içindeki su seviyesinin belirlenmesini yoklayan testler (Kimura, 1999, s. 55).



Şekil 8. Kimura’ya (1999) Göre Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri

McGee’e (1979, s. 3-4) göre, uzamsal yetenek uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim faktörlerinin bir birleşimidir. Uzamsal görselleştirme; herhangi bir yardım almadan nesneleri zihinsel olarak manipüle edilebilme, döndürebilme, ters çevirebilme ve bükebilme yeteneğidir. Uzamsal yönelim ise; Görsel uyarıcı modellerden oluşan parçaların birleşimini kavrama ve üç boyutlu görsel konfigürasyonların yönelimlerindeki değişimleri kolayca takip edebilme yeteneğidir. Kısaca uzamsal yönelim, bir nesnenin farklı yön ve açılardaki görünümlerini zihinde canlandırabilme yeteneğidir.

Uzamsal yetenekle ilgili yapılan çalışmaları farklı bir açıdan inceleyen Carroll (1993) ise, yapılan çalışmaların tarihsel olarak üç döneme ayrıldığını belirtmiştir. Birinci dönem 1904 ve 1940 yılları arasını kapsamaktadır. Bu dönemde uzamsal yetenek zekânın bir bileşeni olarak algılanmıştır. 1940–1960 yıllarını kapsayan ikinci dönemde ise araştırmacılar uzamsal yeteneğin bileşenlerini araştırmışlar ve uzamsal yeteneğe ait bazı boyutlar tanımlamışlardır. 1960'tan günümüze kadar olan üçüncü dönemde ise cinsiyet, çevresel etkenler ve kültürel değerler gibi uzamsal yeteneğe etki edebilecek çeşitli faktörler araştırılmıştır. Ayrıca bu dönemde uzamsal yetenek ve akademik başarı ilişkisi tartışılmaya başlanmış ve uzamsal yeteneğin doğasının anlaşılmasına yönelik nöroanatomik, nörofizyolojik, psikofiziksel ve nöropsikolojik çalışmalar ağırlık kazanmıştır (Carroll, 1993, s. 304).

Ayrıca Carroll (1993), genel zekâyı sekiz kategoride incelemiştir. Bu kategorileri; birikimli zekâ, akıcı zekâ, genel bellek ve öğrenme, görsel algı, işitsel algı, erişim yeteneği, bilişsel hız ve işlemsel hız olarak isimlendirmiştir. Carroll uzamsal yeteneği genel görsel algı zekâsı kategorisinde ele alarak incelemiştir. Carroll, uzamsal yeteneği; hayal etme, algılama, yorumlama, nesnelerin veya şekillerin görsel ilişkilerini anlama yeteneği olarak tanımlamıştır. Ayrıca Carroll (1993, s. 362-363), 140'tan fazla çalışmanın sonucunu analiz ederek uzamsal yeteneği oluşturan 5 temel faktörün bulunduğunu belirlemiştir. Bu faktörler Görselleştirme (*Visualization*), Uzamsal İlişkiler (*Spatial Relations*), Kavrama hızı (*Closure Speed), Kavramada Ustalık (Flexibility of Closure) ve* Algılama Hızı'dır (*Perceptual Speed*). Carroll (1993) bu beş faktörü şu şekilde tanımlamıştır:

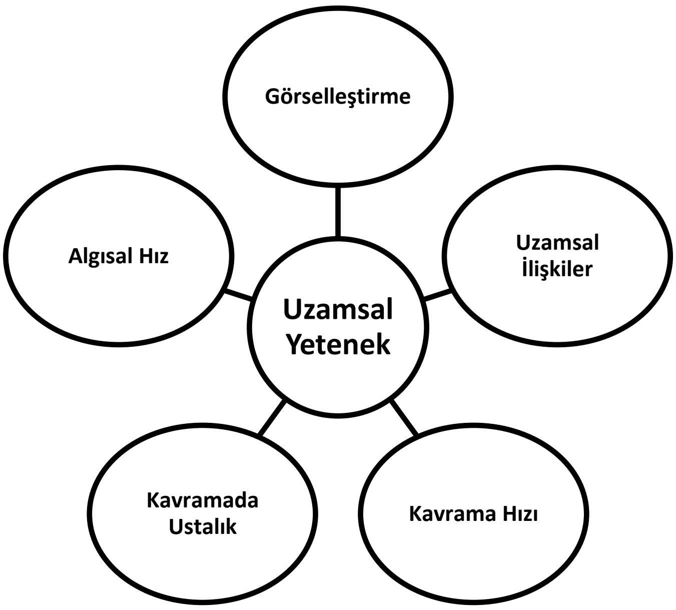
Görselleştirme: Farklı görsel uyarıcı materyaller ile aynı anda gösterilen görsel modelleri zorluk ve karmaşıklık derecelerine göre zihinsel olarak manipüle edebilme yeteneğidir.

Uzamsal İlişkiler: Nispeten basit görsel modelleri manipüle edebilme hızıdır. Üç boyutlu nesneleri zihinsel çevirme ve dönüştürme işlemleri uzamsal ilişkilere örnek olarak verilebilir.

Kavrama Hızı: Farklı görünümleri ile verilen ve daha önce hiç görülmemiş, bilinmeyen görsel nesneleri tanımlamada bireysel algılama hızıdır. Gestalt tamamlama testi ve Kelime testleri kavrama hızının ölçülmesinde kullanılabilir. Kavrama hızı, eksik veya gizlenmiş görsellere ait ipuçları verildiğinde uzun süreli bellekte yer alan uzamsal görsellere ulaşma hızı ile yakından ilişkilidir. Ayrıca kavrama hızı uzamsal yetenekte önemli bir bireysel farklılık olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kavramada Ustalık: Görsel bir nesneyi tanımlama, kavrama ve keşfetme hızı, herhangi bir şekilde gizlenmiş belirsiz bir nesneyi hemen tanıma ve kavrama olarak tanımlanabilir. Gizlenmiş veya saklanmış figür testleri bu becerinin ölçülmesinde kullanılmaktadır.

Algılama Hızı: Bilinen, tanıdık bir görsel nesneyi bulma hızı veya iki ya da daha fazla görsel nesneyi doğru bir şekilde karşılaştırma becerisi olarak tanımlanabilir. Bu becerinin Kavrama Hızı becerisinden en önemli farkı, bilindik ve gizlenmemiş nesnenin bulunmasındaki hızın dikkate alınmadır.



Şekil 9. Carroll'a (1993) Göre Uzamsal Yetenek Bileşenleri

Clements ve Douglas (1998, s. 12) ise uzamsal yeteneği uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme olmak üzere iki boyutta incelemiştir. Clements ve Douglas'a göre, uzamsal yönelim bireyin çevresinde farklı şekillerde konumlanmış nesnelerin birbirleriyle olan ilişkilerini anlayabilme ve bu ilişkileri kullanabilme yeteneğidir. Clements ve Douglas (1998, s. 13), uzamsal yeteneğin ikinci birleşeni olan uzamsal görselleştirme yeteneğini; imge kavramı üzerinden açıklamış ve imgenin sadece zihinde oluşturulan bir resim olmadığını, daha soyut bir kavram olduğunu belirtmiştir. Clements ve Douglas'a (1998, s. 18-19) göre, uzamsal görselleştirme, iki ve üç boyutlu nesnelerin imgelerini oluşturabilme ve bu imgeleri değiştirebilme ve kullanabilme yeteneğidir.

Lohman'a (1979) göre uzamsal yetenek, iyi yapılandırılmış görselleri zihinde; kurabilme, dönüştürebilme, hatırlayabilme yeteneği olarak tanımlanabilir. Ayrıca Lohman, uzamsal yetenek uzamsal uyarıcıları kodlama, hatırlama, dönüştürme ve karşılaştırma yeteneklerini de gerektirdiğini belirtmiştir. Lohman yapmış olduğu araştırma sonucunda kavrama hızı, algılama hızı ve görsel hafıza faktörlerinin uzamsal yetenek üzerinde ikinci derecede etkili olduğunu belirtmiştir. Lohman uzamsal yeteneği birinci derecede etkileyen uzamsal ilişkiler, uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme olarak isimlendirilen üç temel yetenekten bahsetmiştir (Akt. Carroll, 1993, s. 305-306). Aşağıda bu yeteneklerin ölçülmesi ile ilgili kullanılabilecek testler açıklanmıştır.

Uzamsal İlişkiler: Bu yetenek kart, bayrak ve figür testleri ile ölçülebilir. Zihinsel çevirme hızı uzamsal ilişkiler yeteneğini temsil eden temel bir yetenek olarak bilinmesine rağmen, uzamsal ilişkiler sadece zihinsel çevirme hız testiyle sınırlı olmayıp benzer testleri hızlı bir şekilde çözebilmeyi de gerektirmektedir.

Uzamsal Yönelim: Bu yetenek görsel bir uyarıcının farklı bir bakış açısı ile nasıl göründüğünü hayal edebilmeyi gerektirir. Gerçek bir uzamsal yönelim testi nesnenin dinamik yönelimlerini hayal edebilme ve nesnenin yeni pozisyonlarını değerlendirebilme yeteneklerini bir arada ölçer.

Görselleştirme: Bu yetenek kâğıt katlama, şekil tahtası, saklı figürler ve küp tasarlama gibi testler ile ölçülebilir. Bu testler iki önemli özelliği kapsamaktadır.

Birincisi bu testlerin çoğu hız gerektirmemekte, ikincisi ise yine birçoğu diğer yetenek testlerine göre daha karmaşıktır.

Contero ve diğerleri (2005, s. 25) ise uzamsal yetenek ile ilişkili üç farklı alt bileşenden söz etmiştir. Bu bileşenlerden birincisi uzamsal ilişkiler (spatial relations), ikincisi görselleştirme (visualization) ve üçüncüsü uzamsal yönelim (spatial orientation) olarak sıralanmıştır. Contero ve diğerlerine göre uzamsal ilişkiler, iki boyutlu uzayda nesneleri zihinde döndürebilme yeteneğidir. Bu yeteneğin ölçülmesinde temel zihinsel yetenek, şekil döndürme, sağ ve sol el tanımlama ve kart çevirme testleri ile ölçülebilmektedir. Görselleştirme ise, nesnelerin uzamsal formlarını zihinde canlandırabilme yeteneğidir. Bu yeteneğin ölçülmesinde Minnesota kağıt formu, kademeli yetenek, kağıt katlama ve yüzey geliştirme, Pardue Uzamsal Görselleştirme ve Zihinsel Çevirme Testleri ile ölçülebileceğini belirtmiştir. Son olarak uzamsal yönelimi ise bir nesnenin görüntüsünün başka bir açıdan zihinde canlandırılabilmesi olarak tanımlamıştır. Bu yeteneğin ölçülmesinde ise, Guilford-Zimmerman Uzamsal Yönelim ve Perspektif Alma Testlerinin kullanılabileceği belirtilmiştir.

Olkun (2003) uzamsal yeteneği nesnelerin iki ve üç boyutlu parçalarını zihinde canlandırabilme, döndürebilme, yorumlayabilme yeteneği olarak tanımlamıştır. Olkun, uzamsal yeteneği uzamsal ilişkiler ve uzamsal görselleştirme olmak üzere iki faktör altında incelemiştir. Olkun (2003), Uzamsal ilişkiler faktörünü iki ve üç boyutlu nesnelerin iki ve üç boyutlu uzaydaki yönelimlerini hayal edebilme olarak tanımlamıştır. Uzamsal ilişkiler faktöründe hızın önemli olduğunu ve bu faktörün ölçülmesinde uzamsal görselleştirme ve Zihinsel Yetenek testlerinin kullanılabileceğini belirtmiştir. Olkun, uzamsal görselleştirme faktörünü ise üç boyutlu uzayda nesnelerin ve nesnelerin parçalarının bütünsel ve adım adım yönelimlerini hayal edebilme olarak tanımlamıştır. Uzamsal görselleştirme faktöründe gücün önemli olduğunu ve bu faktörün ölçülmesinde kâğıt katlama, yüzey geliştirme ve 2D-3D dönüşüm testlerinin kullanılabileceğini belirtmiştir.

Tablo 1. Farklı Kaynaklara Göre Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri

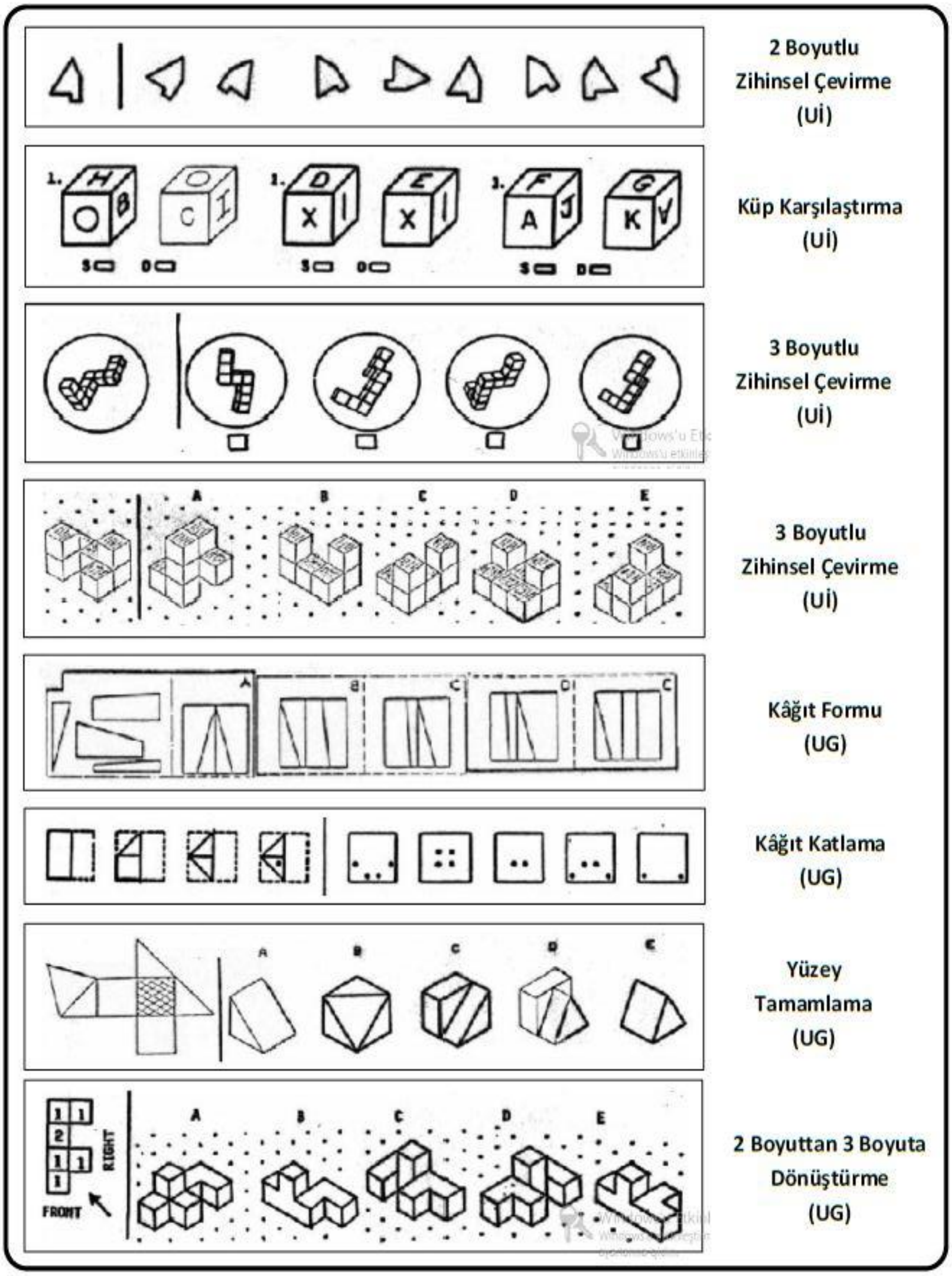
Uzamsal Yetenek Bileşenleri	**Araştırmacılar**							
	French (1951)	McGee (1979)	Clements ve Douglas (1998)	Linn ve Petersen (1985)	Lohman (1993)	Carroll (1993)	Kimura (1999)	Olkun (2003)
Uzamsal Görselleştirme	+	+	+	+	+	+	+	+
Uzamsal Yönelim	+	+	+		+		+	
Uzamsal İlişki					+	+		+
Kavrama Hızı						+		
Kavramada Ustalık						+		
Uzamsal Yer Bellek							+	
Zihinsel Çevirme				+				
Hedefleme							+	
Uzamsal Algı				+			+	
Bütünsel Algı	+							
Nesne Ayırt Etme							+	
Bütünsel Esneklik	+							
Algılama Hızı	+					+		
Algısal Değişimler	+							
Uzunluk Tahmini	+							
Figür Yanılsamaları	+							
Uzay	+							

Yapılan araştırmalar karşılaştırmalı bir yaklaşım ile incelendiğinde uzamsal yeteneğin uzamsal görselleştirme, uzamsal yönelim ve uzamsal ilişki bileşenlerinin ön plana çıktığı anlaşılmaktadır (Tablo 1). Özellikle uzamsal görselleştirmenin uzamsal yeteneğin bir bileşeni olduğu bu çalışmada incelenen tüm araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir. Uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelimle ilgili olarak McGee (1979, s. 4), uzamsal görselleştirme de şeklin hareket ettiğini uzamsal yönelimde ise bakan kişinin hareket ettiğini vurgulamıştır. Kim (2002, s. 36) ise, bu yeteneklerin birebirine benzer olmasına rağmen uzamsal görselleştirmenin uzamsal yönelime göre daha fazla çaba gerektirdiğini birletmiştir. Çünkü uzamsal görselleştirme yeteneği, nesnenin hareketini ve parçalarının zihinde yeniden oluşturulmasını gerektirmektedir.

Bu araştırmada Olkun'un (2003) yapmış olduğu uzamsal yetenek bileşenleri tanımı temel alınmıştır. Olkun, uzamsal yeteneği uzamsal ilişkiler ve uzamsal görselleştirme olmak üzere iki faktör altında incelemiştir. Olkun (2003, s. 2-3) bu faktörlerin tanımlarını, bu faktörlerin ölçülmesinde kullanılabilecek testleri ve bu faktörlere ait tipik test maddelerini Tablo 2'deki gibi özetlenmiştir. Ayrıca Olkun (2003, s. 10) yapmış olduğu uzamsal ilişkiler ve uzamsal görselleştirme alt bileşenleri tanımına dayanarak standart testleri Şekil 10'daki gibi düzenlemiş ve tanımlara karşılık gelen örnek test maddelerini göstermiştir.

Tablo 2.Uzamsal Yetenek Bileşenleri

Uzamsal Yetenek		
Bileşenler	**Uzamsal İlişkiler**	**Uzamsal Görselleştirme**
Tanım	2 ve 3 boyutlu geometrik nesneleri bir bütün olarak zihinde çevirebile	Üç boyutlu uzayda nesnelerin ve nesnelerin parçalarının bütünsel ve adım adım yönelimlerini hayal edebilme
İlgili Testler	MGMP, Uzamsal Görselleştirme Testi, Temel Zihinsel Yetenek Testi, French Referans Kiti	MGMP, Uzamsal Görselleştirme Testi, Pardue Uzamsal Görselleştirme Testi, Minnesota Kâğıt Formu, Ayırıcı Yetenek Testi, French Referans Kiti
Tipik Maddeler	2 Boyutlu Döndürme, Küp Karşılaştırma, 3 Boyutlu Döndürme	Kâğıt Formu, Kâğıt Katlama, Yüzey Tamamlama, 2ve 3 Boyutlu Dönüşümler
Zorluk	İlişkili Basit Etkinlikler	İlişkili Karmaşık Etkinlikler
Hız - Güç	Hız önemli	Güç önemli



Şekil 10. Uzamsal Görselleştirme (UG) ve Uzamsal İlişkilere (Uİ) Ait Örnek Test Maddeleri

2.2.1. Uzamsal Yetenek ve Muhakeme

Uzamsal yetenek, ilişkileri görsel olarak anlamayı, değiştirmeyi, kullanmayı ve yeniden düzenleyerek ifade etmyei gerektiren bir beceri olarak tanımlanabilir (Tartre, 1990, s. 216). Muhakeme ise "*bütün etmenleri dikkate alarak düşünüp akılcı bir sonuca ulaşma süreci*" olarak ifade edilebilemektedir (Umay, 2003, s. 235).

Literatürde, uzamsal yetenek ve muhakeme becerisi arasındaki ilişkiyi ifade etmek için uzamsal muhakeme (spatial reasoning) becerisi ifadesi sıklıkla kullanılmaktadır. Örneğin NAEP (2002), öğrencilerin yeni karşılaştıkları matematiksel durumların çözümü için uzamsal muhakeme yaklaşımını kullandıklarını ifade etmiştir. Rollick'e (2007, s. 5) göre, uzamsal muhakeme becerisi; çıkarım yapma, sonuç oluşturma ve zihinsel temsiller geliştirme süreci olarak tanımlanabilir. Daha yalın bir ifade ile uzamsal muhakeme becerisi, muhakeme yapan kişinin düşünme süreci içerisinde üç boyutlu düşünme becerisini etkin bir şekilde kullanmasını ifade etmektedir.

Uzamsal muhakeme becerisinin daha iyi anlaşılabilmesi için aşağıdaki örneğin incelenmesi faydalı olacaktır. Örnekte Matematiksel Muhakeme Testinden alınmış bir soru yer almaktadır (Yeşildere, 2006). Soruda iki çift zar bulunmaktadır. Bu zarlar ile ilgili aşağıdaki soruların cevaplanması istenmektedir.

- Üzerinde 3 yazan yüzün tam arka yüzünde hangi rakam vardır?
- Dört yazan yüzün arkasına gelen yüzün 6 olma olasılığı nedir?

Bu soruların cevaplanabilmesi için bireylerin muhakeme becerilerinin yanı sıra uzamsal yeteneklerini kullanmaları gerektiği anlaşılmaktadır. Çünkü bu sorunun çözümü, zarın çevrilmiş halini zihinde canlandırabilmeyi gerektirmektedir. Bu durumda birey, uzamsal yeteneğin bir bileşeni olan zihinsel çevirme yeteneğini kullanır. Zihinsel çevirme yeteneği, iki ve üç boyuttaki nesneleri hızlı ve doğru bir biçimde zihinde döndürebilmedir (Linn ve Petersen, 1985).

.

Ayrıca muhakeme (usavurma), "*mantık ilkelerine uygun biçimde düşünme ya da bu ilkelerden yararlanarak sorun çözme*" olarak tanımlanabilir (Usavurma, 1974). Bu tanıma göre, muhakeme beceresinin mantıklı düşünme ile ilişkili olduğu söylenebilir. Diğer yandan yapılan çalışmalar sonucunda, öğrencilerin uzamsal düşünme becerilerinin mantıklı düşünme ve muhakeme becerileri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu anlaşılmıştır (Battista, 1990; Wheatley ve Wheatley, 1979). Ayrıca Uzamsal düşünme yeteneğinin matematiksel ve bilimsel düşünmede önemli bir rol oynadığı çeşitli araştırmacılar tarafından dile getirilmiştir (Wheatley, 1998; Van Garderen ve Montague, 2003; Kayhan, 2005). Örneğin, Kayhan (2005) mantıksal düşünme yeteneği ile uzamsal düşünme yeteneği arasında pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişki bulmuştur. D. Tai (2003), yapmış olduğu araştırmasında yüksek uzamsal beceriye sahip öğrenciler ile düşük uzamsal beceriye sahip öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerini karşılaştırmıştır. Araştırma sonucunda yüksek uzamsal beceriye sahip öğrencilerin daha yüksek mantıksal düşünme yeteneğine sahip olduğu anlaşılmıştır (Akt. Kayhan, 2005, s. 12).

Bu bölümde uzamsal yetenek ve muhakeme arasındaki ilişki açıklanmaya çalışılmıştır. Bir sonraki bölümde ise muhakemenin ne olduğu ve düşünme becerileri arasındaki yeri ayrıntılı bir şekilde incelenecektir.

2.3. Muhakeme (Akıl Yürütme)

Matematik öğrenme ve öğretme sürecini daha iyi anlamak için düşünme ve düşünme yollarını incelemek ve bilmek gerekmektedir. En yalın anlamı ile düşünme; "*karşılaştırmalar yapma, ayırma, birleştirme, bağlantıları ve biçimleri kavrama yetisi*" olarak tanımlanabilir (Düşünme, 2006). Ayrıca düşünme; hatırlama, basit düşünme, eleştirel düşünme ve yaratıcı düşünme gibi basitten karmaşığa doğru çok geniş bir alanda da karşımıza çıkmaktadır (Krulik ve Rudnick, 1999, akt. Umay, 2003, s. 235). Özellikle çağımızın bir gereği olarak eleştirel düşünme, yansıtıcı düşünme ve yaratıcı düşünme gibi üst düzey düşünme yollarının öğretimi ve öğrenimi oldukça önem kazanmıştır.

Yukarıda adı geçen düşünme yollarını kapsamayan ve matematik öğretimi için oldukça önemli olan bir diğer düşünme yolu da muhakemedir (Umay, 2003).

Muhakeme, usa vurma ya da akıl yürütme olarak da karşımıza çıkmaktadır. Türk Dil Kurumu'na göre muhakeme, "*bir sorunu çözmek için çıkar yol arama*" anlamına gelmektedir (Muhakeme, 2006). Bazı araştırmacılara göre muhakeme, eleştirel düşünme ve yaratıcı düşünme gibi farklı düşünme becerilerini kapsayan üst düzey bir düşünme biçimindir (Brodie, Coetzee ve Lauf, 2010; Umay, 2003; Peresini ve Webb, 1999). Diğer bir ifade ile muhakeme, ancak düşünmenin ileri basamaklarında ortaya çıkan bir beceridir. Peresini ve Webb'e göre (1999) muhakeme, çeşitli düşünme yollarını içeren bir etkinliktir (Akt. Umay, 2003, s. 235). Buna göre, birey problemini çözmek için çıkar yol ararken yani muhakeme yaparken probleminin karmaşıklığına göre farklı düzeydeki düşünme yollarını beraber kullanmaktadır.

Bir düşünme biçimi olarak muhakemenin daha iyi anlaşılabilmesi için muhakeme ile ilgili yapılan tanımların incelenmesi gerekmektedir. Ayrıca ulusal ve uluslararası kuruluşların matematik öğretim programlarında yer alan muhakeme becerisi ile ilgili kazanımların gözden geçirilmesinde de fayda vardır.

Peresini ve Webb (1999) muhakemenin mantıksal bir yolla bir şeyler hakkında düşünme süreci olduğunu belirtmiştir (Akt. Umay, 2003, s. 235). Leighton'a (2003, s. 11) göre muhakeme, düşündüğümüz ve yaptığımız hemen her şeyin üzerinde dolaylı bir etki bırakır. Çünkü yaptığımız ve düşündüğümüz hemen hemen her şeyde belli bir sonuca varmayı amaçlarız. Öğrenirken, eleştirirken, analiz ederken, değerlendirirken, yorumlarken, uygularken, keşfederken, hayal ederken sahip olduğumuz bilgi ve inancımızdan hareketle her zaman bir sonuca varmak isteriz.

Rips (1994, s. 10) ise muhakemeyi, eski fikir ve düşüncelerden yeni fikir ve düşünce elde etmek için yürütülen zihinsel bir süreç olarak tanımlamıştır. Benzer şekilde Sternberg (1984), muhakemeyi yeni bilgi üretmek için eski bilgi elementlerini bir araya getirme çabası olarak tarif etmektedir. Eski bilgi, dışsal (kitaplardan, filmlerden, gazetelerden), içsel (bellekte depolanan) ya da ikisinin birleşimi olabilmektedir (Akt. Solso, Maclin ve Maclin, 2007, s. 572). Yapılan tanımlara göre; iyi bir muhakemenin kavrama gücü ile beraber parçalar arasında ilişkiler kurabilmeyi de gerektiren bir yetenek olduğu anlaşılmaktadır.

Umay (2003, s. 235) muhakemeyi, "*bütün etmenleri dikkate alarak düşünüp akılcı bir sonuca ulaşma süreci*" olarak tanımlamıştır. Ayrıca her hangi bir konuda muhakeme yapabilenlerin, a) o konuda yeterli düzeyde bilgi sahibi olduğunu, b) yeni karşılaşacakları durumu tüm boyutları ile inceleyebileceklerini, c) keşfedebileceklerini, d) mantıklı tahminlerde, varsayımlarda bulunabileceklerini, e) düşüncelerini gerekçelendirilebileceklerini, d) bazı sonuçlara ulaşıp, ulaştığı sonucu açıklayabileceklerini ve savunabileceklerini belirtmiştir.

Brodie, Coetzee ve Lauf' a (2010, s. 11) göre, insanların birtakım iddialar için başkalarını veya kendilerini ikna etmeleri, problem çözmeleri ve daha işlevsel hale getirmek için; düşünceleri, fikirleri bir araya getirmeleri muhakeme becerileri ile ilgilidir. Ayrıca Muhakeme sonucunda bireyin birtakım düşünce ve iddialar geliştirdiği de görülmüştür. Brodie ve diğerleri, muhakemenin gerçekleşmesi için iki önemli sürecin ortaya çıkması gerektiğini belirtmiştir. Birincisi, zihinsel birtakım farklı adım ve bağlantıların muhakeme çizgisinde bir araya gelerek bağlantılar oluşturması; ikincisi ise, muhakeme edilerek oluşturulan bu bağlantıların bir mantık silsilesinde bir araya getirilmesidir. Örneğin bir iddia oluşturmak veya bir problemi çözmek için kaç bağlantının oluşturulması gerektiği ve hangi bağlantıların birbiri ardına geleceği muhakeme sürecinde gerçekleşmektedir.

Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının hazırladığı 6.,7. ve 8. sınıf Matematik Öğretim Programında matematik derslerinde muhakeme (akıl yürtüme) becerilerinin geliştirilmesi için uygun ortamların hazırlanması gerektiği, matematikle ilgili bilgi ve becerilerin okul hayatını ve okul dışındaki hayatı kolaylaştırmadaki değeri konusunda öğrencilerde farkındalık oluşturulması gerektiği vurgulanmıştır. Bu doğrultuda programda, öğrencilerin muhakeme becerilerinin gelişimine önem verilerek bazı kazanımlar oluşturulmuştur. Bu kazanımlar şu şekilde sıralanmıştır (MEB, 2009, s. 17):

- Öğrenme sürecinde muhakemeyi kullanır.
- Yaşantısında, diğer derslerde ve matematikte muhakeme becerisini kullanır.
- Matematik öğrenirken genellemeler ve çıkarımlar yapar.
- Matematikteki ve Matematik dışındaki çıkarımlarının doğruluğunu savunabilir.
- Yaptığı çıkarımların, duygu ve düşüncelerinin geçerliliğini sorgular.
- Muhakemede öz güven duyar.
- Muhakeme ile ilgili olumlu duygu ve düşüncelere sahip olur.

NCTM (2000, s. 262), muhakemenin matematiğin temel bir parçası olduğunu belirterek 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin bir üst kademeye geçmeden önce matematiksel modelleri inceleyebilmeleri, olası genellemeler hakkında varsayımlarda bulunabilmeleri ve mevcut varsayımları değerlendirebilmeleri gerektiğini bildirmiştir. Ayrıca 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin tümevarımsal ve tümdengelimsel muhakeme yöntemlerini kullanarak, ürettikleri varsayımlara ve genellemelere ilişkin değerlendirmelerinde derinleşerek, muhakeme becerilerini daha güçlü kılmaları ve sağlamlaştırmaları gerektiği vurgulanmıştır. Öğrencilerin varsayımlar üzerinde öğretmenleri ve arkadaşları ile tartışırken, muhakeme becerilerini kullanarak ikna edici ve yeterli delilleri barındıran genellemeler üretebilmesi gerektiği üzerinde de durulmuştur. Yukarıdaki açıklamalar ışığında NCTM'ye (2000) göre 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin muhakeme ile ilgili sahip olması gerekenler şu şekilde sıralanabilir:

- Muhakemenin matematiğin bir parçası olarak kullanımının ve gücünün farkında olma
- Tümevarımsal ve tümdengelimsel muhakeme yöntemlerini bilme ve uygulama
- Kendi düşünmelerini geçerli hale getirme
- Matematiksel argümanlar oluşturma ve matematiksel argümanları değerlendirme
- Genellemeleri ve varsayımları formüle etme
- Örüntüleri tanıma ve tahminleri şekillendirmede tümevarımsal muhakemeyi kullanma
- Sonuçları doğrulama, tartışmaların geçerliğine karar verme ve geçerli tartışmalar yaparken tümdengelimsel muhakemeyi kullanma

Matematikte muhakeme becerisinin etkili bir şekilde kullanılmasında muhakeme yaklaşımlarının bilinmesi oldukça önemlidir. Bir sonraki bölümde muhakeme yaklaşımları ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır.

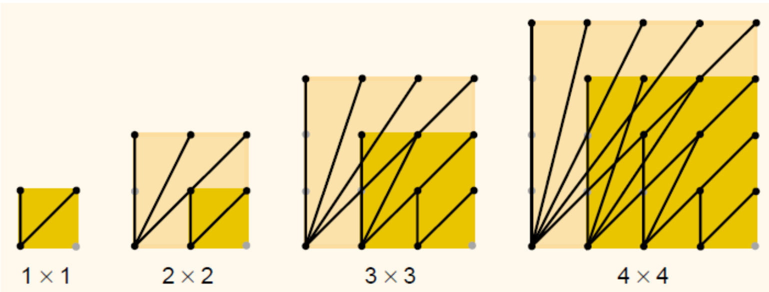
2.3.1. Muhakeme Yaklaşımları

Literatür incelendiğinde matematikte kullanılan birçok muhakeme yaklaşımının bulunduğu görülmektedir. Başlıca muhakeme yaklaşımları; *tümevarımsal* (Aufmann, 2007; NAEP, 2002), *tümden gelimsel* (Aufmann, 2007; NAEP 2002; Rips, 1983, akt. Yankelewıtz, 2009), *benzetmeye dayalı* (English, 2004;

Polya, 1954; De Viliers, 2003, akt. Yankelewitz, 2009), *orantısal* (Akkuş-Çıkla ve Duatepe, 2002; Cramer ve Post, 1993; Lesh, Post ve Behr, 1988, akt., Küpçü, 2012 ; NAEP, 2002) ve *uzamsal* (NAEP, 2002) olarak sıralanabilir. Literatürde muhakeme yöntemleri ile ilgili ortak bir görüş olmayıp yapılan çalışmalarda araştırmacıların muhakeme yöntemlerini belirtirken belirli bir konuya (cebirsel, orantısal, geometrik, istatistiksel), bakış açısına (çözümsel (analitik), bütünsel (holistik) ve düşünme tarzına (pratik ve soyut) göre sınıflama yaptıkları görülebilmektedir (Umay, 2003, s. 237).

Muhakeme yaklaşımları ile ilgili yapılan araştırmaların ve tanımların incelenmesi, muhakeme yaklaşımları arasındaki benzerlik ve farklılıkların daha iyi anlaşılmasına yardımcı olacaktır. Bu amaç ile literatürde ön plana çıkan araştırmacıların tanımladıkları muhakeme yöntemleri ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar özetlenerek karşılaştırmalı bir yaklaşım ile ele alınmıştır.

Tümevarımsal ve tümdengelimsel muhakeme yaklaşımları literatürde en çok karşımıza çıkan iki muhakeme yaklaşımıdır. Tümevarımsal muhakeme, özel durumlardan hareketle genel sonuçlara ulaşma süreci olarak; tümdengelimsel muhakeme ise, genel varsayımlardan, işlemlerden veya ilkelerden hareketle özel bir sonuca ulaşma süreci olarak tanımlanabilir (Aufmann, 2007, s. 2-6). Tümevarımsal muhakeme ile elde edilen genel sonuçlar kesinlik ifade etmeyen bir varsayım niteliği taşımaktadır. Bu varsayımlar doğru ya da yanlış olabilir. Tümevarımsal ve Tümdengelimsel muhakeme yaklaşımlarının daha iyi anlaşılması için aşağıdaki örneklerin incelenmesi faydalı olacaktır.



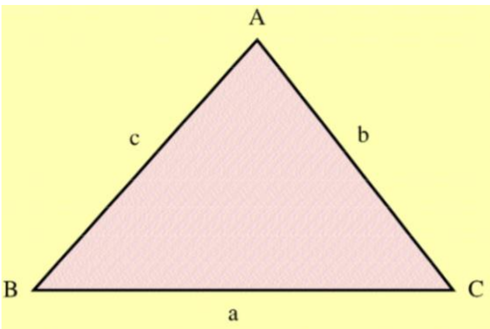
Şekil 11. Farklı uzunluk parçaları ile oluşturulmuş bir örüntü (NCTM, 2000, s. 266).

Şekil 11'de geometri tahtası üzerinde farklı uzunluk parçaları ile oluşturulmuş bir örüntü yer almaktadır. Bu örüntünün ilk dört aşaması verilmiş ve beşinci aşamada 5x5'lik geometri tahtasında kaç uzunluk parçasının yer alacağını bulunmak istenmektedir. Sorunun çözümü için tümevarımsal muhakeme yaklaşımı kullanılarak Tablo 3'teki ilişkiler oluşturulabilir. Bu tabloya göre, 5x5'lik geometri tahtasında kaç uzunluk parçasının bulunacağı sonucuna kolayca ulaşılabilir.

Tablo 3. Farklı uzunluk parçalarının Sayısını Bulmak İçin Oluşturulabilecek Tablo

Oluşan Karenin Alanı	**Farklı uzunluk Parçalarının Sayısı: Eski + Yeni**	**Toplam farklı uzunluktaki parçaların sayısı**
1x1	2	2
2x2	2 + 3	5
3x3	(2 + 3) + 4	9
4x4	(2 + 3 + 4) + 5	14
5x5	?	?

Bir üçgende iki kenarın uzunlukları toplamı, üçüncü kenar uzunluğundan büyük ve iki kenarın uzunluları farkının mutlak değeri üçüncü kenar uzunluğundan küçüktür. Bu bağlantı üçgen eşitsizliği olarak isimlendirilir. Bu bağıntının oluşturulurken tümdengelimsel muhakeme yaklaşımı kullanılmıştır (Şekil 12).



$\overset{\Delta}{ABC}$'nin a, b ve c kenarı için üçgen eşitsizliği

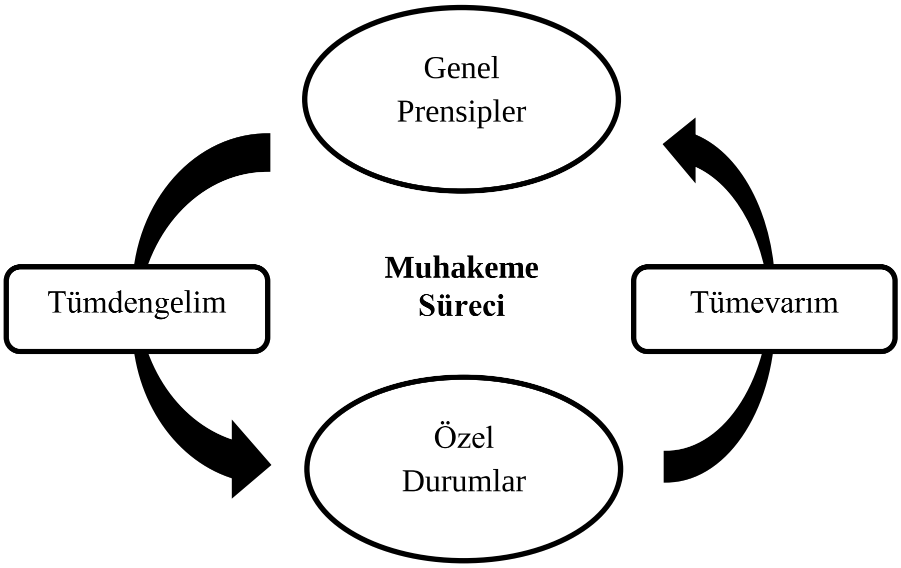
$|b - c| < a < b + c$
$|c - a| < b < c + a$
$|b - a| < c < b + a$ şeklindedir.

Şekil 12. Üçgen Eşitsizliği Bağıntısı

Tümdengelimsel muhakeme yaklaşımı ile ilgili diğer örnekler ise aşağıda sıralanmıştır;

- Eğer A sayısı B ve C sayılarını tam bölüyor ise A sayısı B + C'yi de tam böler.
- İki çift sayının toplamı daima çift sayıdır.

- Herhangi bir üçgenin iç açılar toplamı 180 derecedir.
- Her tek tamsayı iki ardışık tam sayıların toplamıdır.
- Bir dik üçgende, dik kenarların uzunluklarının karelerinin toplamı hipotenüsün karesine eşittir.
- Kendisi hariç pozitif tam bölenlerinin toplamı kendisine eşit olan sayıya mükemmel sayı denir. Diğer bir ifadeyle bir mükemmel sayı, bütün pozitif tam bölenlerinin toplamının yarısına eşittir.



Şekil 13. Tümevarımsal ve Tümdengelimsel Muhakeme Yaklaşımları ile Muhakeme Süreci

Tümdengelimsel muhakeme ile tümevarımsal muhakeme arasında önemli farklılıklar vardır. Bunlardan en önemlisi tümdengelimsel muhakemenin dikkate alınan varsayımların doğru kabul edilmesi koşulu ile kesin sonuçlara ulaşılmasına imkân sağlamasıdır. Tümevarımsal ve tümdengelimsel muhakeme dikkate aldıkları varsayımlara, elde ettikleri çıkarımlara, geçerliklerine ve kullanımlarına bağlı olarak birtakım farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıklar Tablo 4'te ayrıntılı bir şekilde özetlenmiştir (WikiBooks, 2013).

Tablo 4. Tümevarımsal ve Tümdengelimsel Muhakeme Yaklaşımlarının Karşılaştırılması

	Tümdengelimsel Muhakeme	Tümevarımsal Muhakeme
Varsayımlar	• Varsayımlar gerçekler veya genel prensipler olarak ifade edilir.	• Varsayımlar özel durumların gözlenmesine dayanmaktadır.
Çıkarım	• Çıkarım elde edildiği varsayıma göre oldukça özel bir durumu ifade eder. Çıkarımlar, varsayımlar üzerinden ***mantıksal kuralların işletilmesi*** ile elde edilir.	• Çıkarım elde edildiği varsayıma göre oldukça genel bir durumu ifade eder. Çıkarımlara varsayımlar üzerinden ***genellemeler*** yapılarak ulaşılır.
Geçerlik	• Eğer dikkate alınan varsayım doğru ise ulaşılan çıkarım da kesin olarak doğrudur.	• Eğer dikkate alınan varsayım doğru ise ulaşılan çıkarım doğru olabilir.
Kullanım	• Özellikle mantıksal problemlerin çözümünde kullanımı oldukça zordur. Doğruluğu kanıtlanmış bir dayanağa ihtiyaç duyulur.	• Günlük hayatta kullanımı kolay ve hızlıdır. Gerçekler yerine deliller kullanılır.

Literatürde muhakeme yaklaşımı olarak karşımıza çıkan bir diğer yaklaşım orantısal muhakemedir. Orantı iki oran arasındaki eşitliklerin ilişkisi olarak tanımlanabilir. Öğrencilerin orantısal muhakemeyi gerçekleştirebilmeleri için iki nicelik arasındaki değişmelere bağlı olarak sabit kalan değerleri bulmaları gerekmektedir. Genel olarak orantısal muhakeme a) eşit oranların yineleme veya bölme ile üretilmiş bir birim olduğunu b) orantısal ilişkinin devam edebilmesi için, orandaki bir değerin bir değişken ile çarpılıp veya bölündüğü zaman diğer değerinde aynı değişken ile çarpılıp veya bölünmesi gerektiğini kavramayı gerektirmektedir (Lobato, Ellis ve Zbiek, 2010).

Orantısal muhakeme, matematiksel ve psikolojik boyutları olan bilişsel üst düzey bir beceridir. Orantısal muhakemenin en belirgin özelliği; iki somut nesne arasındaki ilişkiyi belirlemenin ötesinde ikinci seviye bir ilişkiyi yani "iki ilişki arasındaki ilişki" yi belirlemesidir (Piaget ve Inhelder, 1975, akt., Küpçü, 2012, s. 178). Akkuş-Çıkla ve Duatepe (2002, s. 32) orantısal muhakemeyi, "orantısal durumlar içindeki çarpımsal ilişkili matematiksel yapıları anlayabilme" olarak tanımlamıştır. Cramer, Post ve Currier (1993) ise orantısal muhakemeyi, orantısal olan veya olmayan durumlardaki işlemsel ilişkileri anlayabilme, orantı yoluyla matematiksel olarak şekillendirilen bir durumu tanıyabilme, bu durumu sembolik olarak ifade edebilme ve orantı problemlerini çözebilme becerisi olarak tanımlamıştır. Lesh, Post ve Behr (1988, Akt., Küpçü, 2012, s. 177) Orantısal muhakemenin, çarpımsal ilişkiler ve çoklu değişimleri içeren matematiksel bir muhakeme yöntemi olduğunu ve birtakım bilgi parçalarını zihinde tutma ve işleme yeteneklerini gerektirdiğini belirtmiştir.

Cramer ve Post'a (1993) göre orantısal muhakeme, a) orantısal olan veya olmayan durumlardaki işlemsel bağları fark edebilme, b) orantı yoluyla matematiksel olarak görselleştirilen bir durumu tanıyabilme, c) bu durumu sembolik olarak ifade edebilme ve d) orantı problemlerini çözebilme becerilerini kapsamaktadır. Ayrıca Cramer ve Post (1993), orantısal muhakemenin yorumlama ve öngörü becerileri ile çok yakından ilişkili olduğunu, orantısal muhakemenin bazı sayısal ve sözel düşünme yöntemlerini içerdiğini belirtmiştir.

Langrall ve Swafford'a (2000) göre, orantısal muhakeme 4 ardışık düzeyde incelenebilir (akt., Akkuş-Çıkla ve Duatepe, 2002, s. 33).

Düzey O: Orantısal Muhakemenin Olmaması: Bu düzeydeki stratejiler orantısal muhakemeyi içermez. Çarpımsal karşılaştırmaların yerine toplamsal karşılaştırmalar, verilen problemlerdeki sayıların ve işlemlerin rastgele kullanımları vardır.

Düzey 1: Orantılı Durumlar Hakkında İnformal Muhakeme: Öğrenciler bu düzeyde problemler hakkında düşünürken çeşitli resimler, modeller ve somut materyaller kullanarak problemleri kendileri için anlamlı hale getirebilirler.

Düzey 2: Orantılı Durumlar Hakkında Niceliksel Muhakeme: Bu düzeyde öğrenciler somut materyalleri kullanmadan niceliksel muhakeme yapabilirler. Modellerini sayısal hesaplamalarla ilişkilendirebilirler.

Düzey 3: Orantılı Durumlar Hakkında Formal Muhakeme: Bu düzeyde öğrenciler değişken kullanarak bir orantı oluşturup, içler dışlar çarpımı ya da denk kesirler yardımıyla bu değişken için orantıyı çözebilirler.

Bir diğer muhakeme yaklaşımı ise benzetime dayalı (analojik) muhakeme yaklaşımıdır. Benzetim (Analoji); kavram, ilke ve formüller arasındaki bazı yönlerin birbirine benzemesidir. Benzetim kullanılarak kavram, ilke ve formüllerin benzer özellikleri arasında ilişkiler kurulabilir (Glynn ve diğerleri, 1989). Polya'ya (1954, s. 13) göre analoji, benzetim türlerinden biridir. Analojide daha kesin ve daha kavramsal düzeyde bir benzerlik söz konusudur. Polya'ya göre, Analoji ve diğer benzetim yöntemlerini birbirinden ayıran en önemli fark, düşünenin sahip olduğu niyettir. Benzer nesneler bazı yönleri ile birbirine uyum göstermektedir. Birey nesnelerin benzeyen yönlerini kesin kavramlara indirgeme niyetine sahip ise, bu nesneleri benzeşen (analogotts) olarak görmeye başlar. Eğer nesnelerin benzer yönleri net kavramlar ile açıklanabilirse net bir benzetim (analoji) ortaya çıkabilir. English (2004, s. 2), benzetimlerin fikirler arasında iletişim kurulmasında, fikirlerin keşfedilmesinde ve transfer edilmesinde oldukça güçlü bir rolünün olduğunu belirtmiş ve benzetime dayalı muhakemeyi "İlişkisel örüntüleri kullanarak muhakeme geliştirme yeteneği" olarak tanımlamıştır. Ayrıca benzetime dayalı muhakemenin insan kavrayışının (anlayışının) gelişiminde temel bir taş olduğunu belirtmiştir.

Polya (1954) öğrencilerin benzetime dayalı (analojik) muhakemeyi, matematikte bir konu veya yapısal ilişkilere ait fikirleri, bu fikirler ile kısmen ilişkili veya tamamen ilişkisiz farklı fikirler üzerine genişletmek için bir araç olarak kullandıklarını belirtmiştir. De Viliers (2003) ise, matematiksel işlemlerin gerçekleştirilmesinde kullanılan benzetime dayalı muhakeme yaklaşımının; varsayımda bulunma, bir durumu veya varsayımı doğrulama, karşıt örnekler geliştirme ve ileri düzey anlayış geliştirme gibi işlevleri yerine getirdiğini belirtmiştir (Akt. Yankelewitz, 2009, s. 16).

Benzetime dayalı ve Tüme varımsal gibi muhakeme yaklaşımlarının matematiksel problemlerin çözümlerinde oldukça kullanışlı olduğu birçok araştırmacı tarafından belirtilmesinde rağmen bu yaklaşımların da bazı sınırlılıklara sahiptir. Bu muhakeme yaklaşımları matematiksel gerçeklerin doğruluğu hakkında kesin yargılara ulaşmamızı garanti etmez. Bu yaklaşımlar matematiksel fikirleri açıklamamakta, sistematize etmemekte ve doğrulamamaktadır. Örneğin; tüme varımsal muhakeme yaklaşımı birbirine benzeyen bağlantısız fikirler arasındaki olası ilişkileri görebilmemiz için bize sadece bir bakış açısı sağlamaktadır (De Viliers, 2003, akt. Yankelewitz, 2009, s. 16). Bir sonraki bölümde muhakeme becerisinin matematikteki yeri ve önemi açıklanmıştır.

2.3.2. Matematiksel Muhakeme

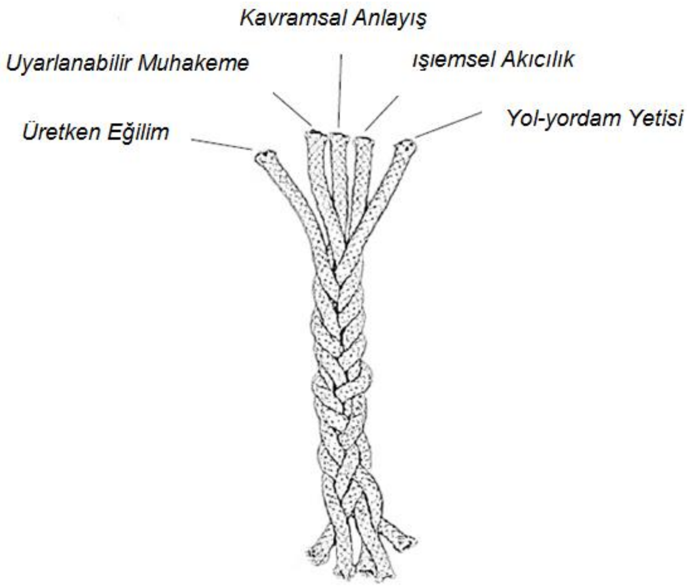
Ball ve Bass (2003), muhakemenin matematiksel temel bir beceri olduğunu ve muhakemenin matematiksel kavramların anlaşılmasında, matematiksel düşünme yollarının ve işlemlerin rahatça kullanılmasında oldukça önemli olduğunu ifade etmiştir. Russell (1999), matematiksel muhakemenin temelde; geliştirme, gerekçelendirme ve matematiksel genellemeleri kullanma becerilerine dayandığını ifade etmiştir. Brodie ve diğerleri (2010, s. 11) ise, matematiksel muhakemenin matematiksel keşfetmenin anahtar bir parçası olduğunu ve matematiksel muhakemenin düşüncelerin arasında bağlantıların oluşmasında büyük bir rol oynadığını belirtmiştir.

Ball ve Bass (2003), muhakeme becerisinin matematik öğretimi için oldukça önemli olduğunu belirterek matematiksel kavrayışın muhakeme becerisi olmadan mümkün olmayacağını öne sürmüştür. Ayrıca Ball ve Bass (2003), muhakemesiz bir matematiğin sadece işlemsel ve araçsal bir görünüme bürüneceğini belirtmiştir. Araştırmacılar muhakemenin matematik için öneminin daha iyi anlaşılması için şu örneği vermiştir. Altıncı sınıfa devam eden bir öğrenci matematikle uğraşmanın boşa kürek çekmek olduğunu düşünmektedir. Bu öğrenciye göre, verilen problemleri çözmek için matematik öğretmeninin göstermiş olduğu çözüm yolunu takip etmek yeterlidir. Bu öğrenci verilen problemlere ait çözümleri bulmak için muhakeme etmeden ve yargılamadan işlemleri gerçekleştirmekte ve yaptığı işlemleri birbirine karıştırmaktadır. Sonuç olarak bu öğrenci, bilgiyi muhakeme etmeden kullandığı için mantıksız sonuçlara ulaşmıştır.

Ball ve Bass (2003) matematikte muhakemenin bilginin yeniden üretilmesinde oldukça önemli bir işlevi yerine getirdiğini belirtmiştir. Matematiksel kavrayışın gerçekleşmemesi; matematiksel bilginin kullanılmasını, yeni ve türetilmiş durumlara uygulanmasını güçleştirmektedir. Matematiğin bir işlemler dizi olmaktan ziyade mantıklı bir bilim dalı olarak algılanması ise, ezberlenen ve unutulan bilginin yeniden oluşturulmasını oldukça kolaylaştırmaktadır.

Kilpatrick ve diğerleri (2001, s. 5) iç içe geçmiş ve birbirini etkileyen beş halkadan oluşan bir matematiksel yeterlik kavramı tanımlamıştır. Bu halkalar; kavramsal anlayış (conceptual understanding), işlemsel akıcılık (procedural fluency), yol-yordam yetisi (strategic competence), uyarlanabilir muhakeme (adaptive reasoning) ve üretken eğilim (productive disposition) olarak sıralanmıştır. Bu halkalar şu şekilde açıklanmıştır:

- Kavramsal anlayış: Matematiksel kavramları, işlemleri ve ilişkileri kavrama becerisi,
- İşlemsel akıcılık: Matematiksel işlemleri kolay, doğru, eksiksiz, etkili ve uygun bir şekilde yerine getirebilme,
- Yol-yordam yetisi: Matematiksel problemleri formülleştirebilme, ifade edebilme, görselleştirebilme ve çözebilme,
- Uyarlanabilir muhakeme: Mantıksal düşünebilme, yansıtabilme, açıklayabilme, doğrulayabilme ve gerekçelendirebilme,
- Üretken eğilim: Matematiğin mantıklı, yararlı ve değerli olduğuna inanma olarak tanımlanmıştır.



Şekil 14. İç İçe Geçmiş Matematiksel Yeterlik Halkaları (Kilpatrick vd., 2001)

Kilpatrick ve diğerlerine (2001, s. 129) göre, matematiksel yeterlik halkaları arasında karşılıklı etkileşimin gerçekleşmesi için bütün halkaların birbirine tutunması gerekmektedir (Şekil 14). Uyarlanabilir muhakeme bir tutkal görevi görerek tüm halkaları bir arada tutar ve bu görevi ile matematiksel yeterliğin gerçekleşmesinde oldukça önemli bir rol üstlenir. Uyarlanabilir muhakeme; kavram ve işlemlerin mantıksal bir yol ile bağlanmasına, uygun problem çözümlerinin üretilmesine, tartışmaların gerekçeli yollarla sürdürülmesine imkân tanımaktadır. Bu bakımdan uyarlanabilir muhakeme; temelinde iddiaların gerekçelendirilmesi ve argümanların geliştirilmesi gibi mantıksal süreçleri barındıran bir beceridir.

Open üniversitesi öğrencilerine matematiksel muhakemelerini etkili bir şekilde kullanabilmeleri için bazı önerilerde bulunmuştur. Bu öneriler üç soru başlığı altında toplanmaktadır. Öğrencilerin matematiksel faaliyetler sırasında bu üç soruya cevap bulmak için çaba harcamaları gerektiği belirtilmiştir (Open Üniversitesi, 1997, akt. Brodie ve diğerleri, 2010, s. 58):

Doğru olan ne? : Bu soru öğrencinin bir varsayımı haklı kılabilecek örüntü ve ilişki bulmak için bir arayışa girdiğinde ortaya çıkar. Eğer öğrenci kendini ikna edecek yeterli delile ulaşmış ise öğrenci varsayımı bir formül ile ifade edebilir. Bu nokta öğrencilerin en çok hataya düştüğü noktadır. Öğrenciler yeterli delil toplamadan birkaç örnek üzerinde inceleme yapıp genel formüller yazabilmektedir. Örneğin; öğrenciler sadece birkaç üçgenin iç açılarını ölçtükten sonra bir üçgenin iç açılarının toplamı her zaman 180 olur gibi genellemelere varabilir.

Nasıl emin olabilirim? : Bu soru öğrencinin her durum ya da durumlar için açıklık getiremeyen olası delillerle karşılaştığında ortaya çıkar. Bu durumda öğrenci mantık yürütebilmek için ulaştığı delilleri de içeren genel çıkarımlara ve ispatlara ihtiyaç duymaktadır. Delil toplama ve varsayımları formülleştirme süreçleri olmadan öğrenci hazır verilen ispatları sadece başka durumlar için geçerli bir delil olarak göz önünde bulundurur. Çoğu zaman öğrenciler öğretmenlerin örnekler üzerinde yaptıkları açıklamaları bir teoremin neden doğru olduğu ile ilgili değil de bir teoremin ispatı ile ilgili olduğu yönünde bir algıya sahiptir.

Neden doğru? : Bir ifadenin bir durum ile ilgili gerçeği açıklayan mantıklı bir açıklama olması bile, herhangi bir kişiyi neden bu ifadenin doğru olduğuna ikna etmek için yeterli değildir. İspatın veya çıkarımların açıklayıcı fonksiyonu doğrulama işleminden oldukça farklıdır. Muhtemelen bu durum öğrencinin bir şeyin neden doğru olduğunu göstermesinden ziyade, öğrencinin o şeyin doğruluğunu kabul etmesi için neden o şeyin doğru olduğunu anlamasına ihtiyaç duymasından kaynaklanmaktadır.

Bu bölüme kadar açıklanan ve birbiri ile ilişkisi bulunan problem çözme, muhakeme ve uzamsal düşünme becerilerinin bireylere kazandırılmasında ve farklı akademik görevler içerisinde bu becerilerin etkili bir şekilde kullanılmasında, öz-yeterlik inancının önemli bir etkisinin olduğu söylenebilir. Bir sonraki bölümde öz-yeterlik kavramı ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır.

2.4. Öz-yeterlik

Alan yazında öğrencilerin matematik başarısını etkileyen motivasyonel faktörler incelendiğinde öz-yeterlik inancının ön plana çıktığı görülmektedir (Haşlaman ve Aşkar, 2007; Phan, 2012; Schommer-Aikins, Duell ve Hutter, 2005, Usher, 2009; Zimmerman, Bandura ve Martinez-Pons, 1992). Öz-yeterlik kişinin öğrenme düzeyini ve davranışlarını istenen seviyeye ulaştırmak için kendi kapasitesine olan inancıdır. Öz-yeterlik kişinin ne yapmak istediğini bilmesinden çok neyi yapmaya yeterli olduğunu bilmesidir (Bandura, 1986, 1997). Öz-yeterlik inancının farklı akademik görevlerin performans sonuçları için bir belirleyici ve arabulucu olduğunu gösteren birçok bulguya rastlanmıştır (Bandura, 1997; Fadlelmula, 2011; Zimmerman, Bandura ve Martinez-Pons, 1992). Bir kişinin öz-yeterlik inancı; bir görev için ne kadar gayret edebileceği, bir engel ile karşılaşınca ne kadar sebat gösterebileceği ve olumsuz durumlar karşısında nasıl tepki vereceği hakkında ipucu vermektedir (Bandura, 1997). Bandura'nın öz-yeterlik kavramını açıklamasından sonra, eğitim araştırmacılarının yaptığı çalışmalarda öz-yeterlik inancının her düzeydeki akademik yaşantıda etkili olduğunu gözlemiş ve öz-yeterlik inancının her tip başarılı davranışın önemli bir etmeni olduğu görülmüştür. Yani her başarılı davranışın arkasında o davranışı yerine getirebilecek öz-yeterlik inancının bulunduğu belirtilmiştir (Pajares, 1996, 1997; Schunk ve Pajares, 2005; Valentine, DuBois, & Cooper, 2004).

Bandura'nın nedensellik modelinde davranış üzerinde etkili olduğu düşündüğü temel kavramlardan biri öz-yeterliktir. Senemoğlu'na (2007) göre öz-yeterlik, teknik olarak "*algılanan öz-yeterlik*" olarak isimlendirilmektedir. Bu bağlamda öz-yeterlik; bireyin belli bir performansı ortaya koyması için gerekli etkinliklerin organizasyonunu sağlayıp başarılı bir performans ortaya koyma kapasitesine ilişkin kendi yargısı olarak tanımlanabilir (Bandura, 1986, akt. Senemoğlu, 2007, s. 230). Farklı bir bakış açısı ile öz-yeterlik; bireyin gelecekte karşılaşabileceği güç durumların üstesinden gelmede ne derecede başarılı olabileceğine ilişkin kendi inancıdır. Bireyin gelecekte karşılaşacağı güç durumlara örnek olarak; sınava girme, bir sınıfa rehberlik yapma, bir projenin sunusunu gerçekleştirme gibi durumlar verilebilir. Öz-yeterlik bireyin sahip olduğu becerilerin ötesinde bireyin becerilerini kullanarak yapabildiklerine ilişkin değerlendirmelerinin bir sonucudur (Senemoğlu, 2007, s. 230).

Öz-yeterlik, kişinin öğrenme düzeyini ve davranışlarını istenen seviyelere ulaştırmak için kendi kapasitesine olan inancıdır. Öz-yeterlik kişinin ne yapacağını bilmesinden çok neyi yapmaya yeterli olduğu hakkındaki düşüncesidir. Öz-yeterlik; bireyin sahip olduğu becerilerin farkına varması, kendi kapasitesini değerlendirmesi ve bunların sonuçlarına bağlı olarak sahip olduklarını davranışa dönüştürmesi olarak da görülebilir (Bandura, 1986, 1993, 1997; akt. Schunk, 2011 s. 146). Ayrıca öz-yeterlik, kişiye benlik kazandırmada önemli bire yere sahiptir (Bandura, 2001; akt. Schunk, 2011, s. 146).

Araştırmaların bir kısmı öz-yeterlik algısının farklı görevlere genellenebileceğini (Smith, 1989, akt. Schunk, 2011, s. 146), bir kısmı ise öz-yeterlik algısının belirli alanlara özgü olduğunu bildirmektedir (Pajares, 1996, akt. Schunk, 2011, s. 146). Örneğin; kimyasal denklemleri çözmede öz-yeterlik algısı, matematik problemlerini çözmede öz-yeterlik algısı ve polinomları çözmede öz-yeterlik algısı gibi.

Öz yeterliliğin daha iyi anlaşılmasında Bandura'nın Sosyal Bilişsel Kuramının incelenmesi faydalı olacaktır. Bu kurama göre öz-yeterlik kavramı bireyin davranışları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu kuramı temel alarak yapılan çalışmalarda bireyin davranışlarının anlaşılmasında öz-yeterlik kavramının önemi vurgulanmıştır (Schunk, 2011).

2.4.1. Sosyal Bilişsel Kuram

Bandura 1960'lı yılların başlarında davranışçı kuramların açıkladığı taklit yolu ile öğrenmeye ilişkin birtakım eleştiriler getirmiş ve taklit yolu ile öğrenme kavramını genişleterek gözlem yolu ile öğrenme kavramını ortaya atmıştır. Bandura zaman içerisinde ortaya attığı fikirleri geliştirerek, öğrenme ve model alma ilkelerini temel alan Sosyal Bilişsel Kuramı ortaya koymuştur (Senemoğlu, 2007).

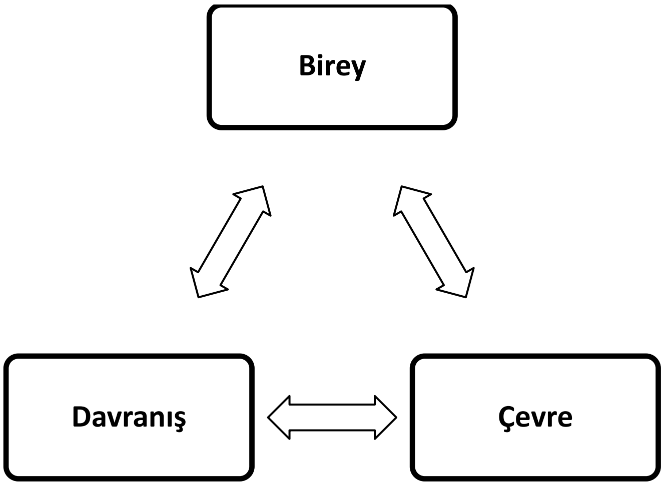
Bandura gözleyerek öğrenmeyi, bireyin sadece başka bireylerin yaptıklarını basit olarak taklit etmesi değil, bireyin çevresindeki olayları algılayıp bilişsel olarak işlemesi ile elde ettiği bir bilgi olarak görmektedir. Bandura gözlem yolu ile öğrenme ile taklit yolu ile öğrenmenin birbirinden oldukça farklı bir süreç olduğunu belirtmiştir. Ona göre bazı durumlarda gözlem yolu ile öğrenme taklit yolu ile öğrenmeyi kapsayabilmektedir (Akt. Senemoğlu, 2007, s. 218). Örneğin, sınıfta öğretmen söz alarak konuşan öğrencilerine teşekkür etmekte, söz almadan konuşan öğrencilerini ise söz almaları konusunda uyarmaktadır. Arkadaşlarının durumlarını gözleyen bir öğrenci söz alarak konuşmanın daha doğru bir davranış olduğunu öğrenmiştir. Burada öğrenci söz alarak konuşan arkadaşlarının davranışlarını taklit ederken, söz almadan konuşan arkadaşlarının davranışlarını ise taklit etmemiştir.

Bandura (1977), davranışçı kuramların öğrenmeyi açıklamada bazı sınırlılıklarının bulunduğunu belirtmiştir. Bu sınırlılıklar şu şekilde sıralanabilir (Akt. Senemoğlu, 2007, s. 218).

1. Davranışçı kuramlara göre istendik davranışlar doğal ortamlarda pekiştireçler ile meydana gelmektedir. Bu görüşe eleştiri olarak hiç kimseye davranışın sıklığını artırmak için sürekli pekiştireç verilemeyeceği bildirilmiştir. Bu durumda bireylerin kendi davranışlarını kendilerinin yönettiği, kontrol ettiği görüşü ön plana çıkmıştır.
2. Davranışçı kuramlarda genellikle ilk tepkilerin nasıl kazanıldığını açıklanmamaktadır. Bu kuramlara göre, birey birçok davranışı ortamda hiç pekiştireç yokken göstermektedir. Bu görüşe eleştiri olarak, davranışın oraya çıkması için pekiştirme gerekli ise davranışın ilk olarak nasıl ortaya çıktığı ne şekilde açıklanacaktır.
3. Davranışçı kuramlar sonuçların hemen gözlenebildiği durumlarla yani sadece doğrudan öğrenmeler ile ilgilenmektedir. Bu doğrultuda davranışçı kuramlar, sonuçlarının hemen gözlenemediği, ihtiyaç halinde performansa dönüştürüldüğü dolaylı öğrenmeleri açıklayamamaktadır.

Sosyal bilişsel kuramın dayandığı altı temel ilke bulunmaktadır. Bu ilkeler aşağıda ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır (Bandura, 1977, 1986; akt. Senemoğlu, 2007, s. 223):

Karşılıklı belirleyicilik: Bandura'ya göre bireysel faktörler, bireyin davranışı ve çevre, karşılıklı olarak birbirilerini etkilemektedir. Bu etkileşimler bireyin sonraki davranışını belirlemektedir. Davranış çevreyi; çevre ise davranışı değiştirebilir. Benzer şekilde çevre bireysel özellikleri değiştirebileceği gibi bireysel özellikler de çevreyi değiştirebilir.



Şekil 15. Sosyal Bilişsel Kurama Göre Karşılıklı Belirleyicilik

Bandura'nın sosyal öğrenme teorisi, öz düzenleme sürecindeki bireysel, sosyal ve bilişsel faktörlerin açıklanmasında yapılan araştırmalara da rehberlik etmiştir. Özellikle öz düzenleme sürecindeki sosyal faktörlerin anlaşılmasında Bandura'nın nedensellik modelli (karşılıklı belirleyicilik) önemli görülmektedir. Bandura bu modelde insan davranışlarını üçlü karşılıklı nedensellik modeli (birey, çevre ve davranış) ile açıklamaya çalışmıştır.

Modelde birey, çevre ve davranış karşılıklı etkileşim içerisindedir. Modelde birey; kişinin sahip olduğu özellikleri (öz-yeterlik, bilinç vb.), davranış; bireyin sahip olduğu kararlılık, yetenek gibi özellikleri, çevre ise; insanın etkileşimde bulunduğu ortamı ifade etmektedir. Yapılan çalışmalarda öz yeterliliğin; görev seçimi, kararlılık ve yetenek gibi davranışları etkilediği gözlenmiştir (Schunk, 1991, 2001; Schunk ve Pajares, 2002, akt. Schunk, 2011; s. 120). Örneğin İngilizce konuşma becerisine sahip olan bir öğrencinin öz yeterlilik düzeyi onun bu yeteneğini sınırlayabilir (birey ---> davranış). Bu etkileşimin ters yönlü olduğu durumlarda söz konusudur. Öğrenciler hedefleri doğrultusunda çalıştıkça, görevlerini yerine getirdikçe başarma duyguları gelişir (davranış ---> birey). Bu tür gelişimde sürekli öğrenme kişinin öz-yeterliklerini artırır. Modeldeki çevre ile birey etkileşimine örnek olarak bir öğretmenin düşük öz yeterliğe sahip öğrencilerine yeteneksiz gözü ile bakması verilebilir (Bryan ve Bryan, 1983, akt. Schunk, 2011, s. 120). Bu öğretmenin düşük öz yeterliğe sahip öğrencilerine vermiş olduğu olumsuz geri bildirimler onların öz yeterliğini etkileyecektir (çevre ---> birey). Bu durumun tersi de söz konusudur; öğretmenin düşük öz yeterliğe sahip öğrencilerine başarma duygularını geliştirecek geri bildirimler vermesi, bunu yapabileceğine inanıyorum demesi bu öğrencilerin kendilerine güvenini artıracaktır (Çevre ---> birey).

Sınıf ortamında her bir öğrenci için öğretmen çevre görevi görmektedir. Öğretmenin öğrencilerine tahtaya bakmalarını söylemesi ve o anda öğrencilerin tahtaya odaklanmaları, öğretmene kendini vermeleri çevrenin davranışa etkisini göstermektedir (Çevre ---> davranış). Bunun tam tersi de söz konusudur; öğretmenin sınıfa yönelttiği bir soru sonrasında sınıftan aldığı yanıta göre ders konularının işleniş sırasını değiştirmesi, yeni bir konuya geçmesi, öğrencilerinin ihtiyaçlarına göre hareket etmesi, sınıfın göstermiş olduğu davranışın çevreye (öğretmen) etkisini göstermektedir (Schunk, 2011, s. 120). Karşılıklı belirleyicilik modeline örnek olarak medya da verilebilir. Medaya insanların algılarını reklam filmleri ile etkilemeye çalışmaktadır (Çevre ---> birey). Reklam filmlerin etkisi ile insanlar belirli ürünleri alma eğilimi içerisinde olurlar (birey ---> davranış). İnsanların alım oranlarına göre de firmalar reklam filmlerini değiştirir veya iyileştirir (davranış ---> çevre). Bu süreç karşılıklı etkileşim içerisinde ve döngüsel olarak devam eder.

Birey, çevre ve davranış arasındaki etkileşimi bir örnek üzerinde açıklamak, bu etkileşimin daha iyi anlaşılmasına yardımcı olabilir. Öğrenme teorileri dersinde profesör, öz düzenleme süreçlerini anlatan bir sunum yapmaktadır. Bu sırada dersteki öğrenciler, öz düzenleme süreçlerini ve bu süreçlerin birbirleri ile ilişkisini anlamaya çalışmaktadır (çevre bilinci etkiler). Bir noktayı anlamayan öğrenci profesöre soru sorar (bilinç davranışı etkiler). Profesör anlaşılmayan noktayı tekrar eder (davranış çevreyi etkiler). Dersin sonunda profesör, öğrencilerinden bir kavram haritası yapmalarını ister (çevre bilinci etkiler o da devamında davranışı etkiler). Öğrenciler yaptıkları kavram haritalarına ilişkin kendi görüşlerini bildirirler (davranış bilinci etkiler). Profesör öğrencilerin yapmış olduğu kavram haritalarını değerlendirir ve geri dönüt verir (çevre bilinci etkiler). Öğrenciler geri dönütler doğrultusunda yapmış oldukları kavram haritalarını gözden geçirir ve gerekli düzeltmeleri yaparlar. (bilinç davranışı etkiler).

Sembolleştirme Kapasitesi: Bandura (1986) insanların dünyanın kendisinden çok bilişsel temsilcileriyle etkileşimde bulunduklarını ve bilişsel temsilciler yardımı ile dünyayı simgesel olarak gördüklerini savunmaktadır. Yani insanoğlu düşünme ve dili kullanma gücüne sahip olduğundan geçmişini hafızasında taşıyabilmekte geleceğini ise test edebilmekte ve geleceğine ilişkin tahminlerde bulunabilmektedir. İnsanoğlunun kafasında bir video kaydedicisi olduğu ve kendisine gelen her şeyi kaydettiği düşünülmekte ve videokaset de sahip olduğu her yaşantının bilişsel temsilcisini ya da sembolünü hatırlama kapasitesi olarak düşünülmektedir. Bu durum bireylerin geçmişi için olduğu kadar gelecekleri için de geçerlidir. Henüz meydana gelmemiş olaylar da zihinde temsil edilir. Gelecekteki muhtemel davranışlar zihinde sembolik olarak yapılandırılır, bekletilir, merak edilir ve test edilir. Geçmiş ve geleceğin sembolü ya da bilişsel temsilcisi olan düşünceler, sonraki davranışları etkileyen ya da onlara neden olan materyallerdir (Akt. Senemoğlu, 2007, s. 224).

Öngörü Kapasitesi**:** Gelecek için plan yapma kapasitesi olarak da görülebilir. İnsanlar gelecekte başka bireyler ile kuracağı ilişkileri düzenlemekte, gelecek ile ilgili hedeflerini belirleyebilmekte yani geleceğe ilişkin her türlü plan yapabilmektedir. Öngörü kapasitesinin özünde düşünme ve harekete geçme vardır. Düşünme harekete geçmeden önce gerçekleşebildiğinden bireyler düşüncelerini değerlendirerek bunları performansa dönüştürür.

Dolaylı Öğrenme Kapasitesi**:** Daha önce de açıklandığı gibi insanlar özellikle çocuklar, genellikle başkalarının davranışlarını ve davranışlarının sonuçlarını gözleyerek öğrenirler. Kuşkusuz kendileri de bazı şeyleri yaparak ve kendi davranışlarının sonuçlarını görerek çok şey öğrenebilirler. Ancak yaşam sadece insanların kendi yaptıklarından öğrenmelerini içerseydi çok sınırlı kalırdı. Oysa insanlar başkalarının deneyimlerini gözleyerek çok şey öğrenmektedir

Öz Düzenleme Kapasitesi: Sosyal bilişsel kuramın temel ilkelerinden biri de insanların kendi davranışlarını kontrol edebilme yeteneğine sahip olmalarıdır. İnsanlar ne kadar çalışacaklarını, ne kadar uyku uyuyacaklarını, neleri yiyeceklerini, neleri içeceklerini, ne kadar konuşacaklarını, toplumda nasıl davranacaklarını gibi pek çok davranışlarını kendileri kontrol ederler. İnsanların gösterdikleri davranışlar genellikle kendi içsel standartlarına ve kendi güdülenmelerine dayalıdır. Bununla beraber insan davranışları başkalarının gösterdiği tepkilerden de etkilenmektedir. Ancak, yine de insan davranışlarından kendisi sorumludur.

Öz Yargılama Kapasitesi: Sosyal bilişsel öğrenme kuramının en önemli ilklerinden bir diğeri de insanların kendileri hakkında düşünme, yargıda bulunma ve kendilerini yansıtma kapasitesine sahip oluşudur. Bireyler kendi fikirlerini kaydederler ve yeri geldiğinde fikirlerini değerlendirerek fikirlerinin yeterliği hakkında yargıda bulunurlar. Bütün bu yargılar, bireyin herhangi bir işi başarılı olarak gerçekleştirmede ne derede yeterli, yetenekli olacağına ilişkin görüşünü geliştirir. Bandura (1977, 1982) bireyin, kendi ile ilgili bu yargısına öz-yeterlik adını vermektedir. Bireyin öz yeterliğine ilişkin algısı kendi gerçek yeterliğini yansıtmayabilir. Ancak, algılanan öz-yeterlik bireyin davranışlarını düzenlemede önemli bir role sahiptir. Öz-yeterlik, bireyin etkinliklerinin seçimini, bir etkinlikte harcayacağı çabayı, bir güçlükle karşılaştığında göstereceği sebat süresini, duyacağı kaygı ya da güven düzeyini etkilemektedir (Akt. Senemoğlu, 2007, s. 226).

2.4.2. Öz-yeterlik Kaynakları

Bandura (1997, s. 79) bireylerin öz-yeterliklerinin faklı dört kaynaktan beslenerek geliştiğini belirtmiştir. Bu kaynaklar; kişisel deneyimler, dolaylı yaşantılar, sosyal iknalar, psikolojik ve duyuşsal durumlar olarak adlandırılmıştır. Bu kaynakların öz-yeterlik inancı ile olan bağlantısı farklı deneysel çalışmalar ile araştırılarak incelenmiştir. Bir sonraki başlıkta öz-yeterlik kaynakları ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir.

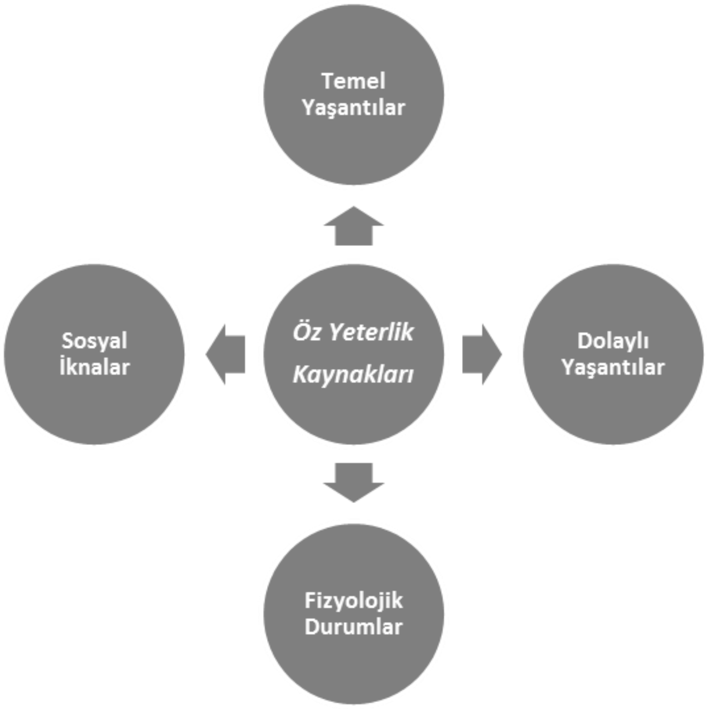
Kişisel deneyimler: Öz-yeterlik kaynakların birincisi ve en önemlisi kişisel deneyimlerdir. İnsanlar bir görevi yerine getirdikten sonra ulaştıkları sonucu değerlendirirler ve yorumlarlar. İnsanların belli görevlere ilişkin kendi performanslarının sonuçlarını nasıl yorumladığı yeterliklerine ilişkin inançlarını artırır veya azaltır. Eğer birey performansının sonucunu olumlu olarak değerlendirmiş ise benzer görevleri başarmaya ilişkin güveni artar. Eğer birey performansının sonucunu olumsuz olarak değerlendirmiş ise benzer görevleri başarmaya ilişkin güveni azalır.

Örneğin, derslerinde sürekli AA alan bir öğrenci sıkı bir çalışmadan sonra girdiği sınavdan BB alması öğrencinin hayal kırıklığı hissetmesine neden olur. Bu öğrencinin kendi kapasitesine ilişkin şüpheleri oluşmaya başlar. Diğer yandan başka bir öğrenci sürekli CC aldığı bir dersten BB aldığında o dersi başarmaya ilişkin cesareti ve güvenir artar bu da onun öz-yeterlik inancını artırır. Sonuç olarak her iki öğrenci de aynı notu almış olmasına rağmen elde ettikleri notlara ilişkin farklı yorumlamalara sahiptirler. Bandura (1997, s. 81), çeşitli kişisel ve durumsal katkıların yorumlanmasına ve ağırlığına bağlı olarak aynı düzeydeki performans başarısı öz-yeterlik inancını artırabileceğini, etkilemeyeceğini veya azaltabileceğini belirtmiştir.

Kişisel deneyimler öz-yeterlik inancı üzerinde kalıcı ve sürekli bir etkiye sahiptir. Bu bakımdan kişisel deneyimler öz-yeterlik inancının en etkili kaynağıdır. Tekrar eden başarılı performanslar öz-yeterlik inancı üzerinde çok güçlü bir iz bırakırken, ara sıra tekrar eden başarısız performanslar öz-yeterlik inancı üzerinde önemli derecede bir iz bırakmaz. Hatırı sayılır bir çabanın ardından zor bir görevin üstesinden gelmek ve başarılı bir performans ortaya koymak da öz-yeterlik inancı üzerinde güçlü bir etki bırakmaktadır. Zorluklarla yüzleşmek ve başarılı olmak kişinin güvenini artırmada en etkili yollardan biridir.

Dolaylı Yaşantılar: Bir diğer öz-yeterlik kaynağı gözlenen kişiler üzerinden elde edilen dolaylı yaşantılardır. Öğrenciler ebeveynleri, öğretmenleri, kardeşleri ve akranları gibi önemli gördükleri bireyleri günlük hayatlarında sürekli gözlemlerler. Örneğin bir öğrenci kendisi ile benzer özellikler gösteren sınıf arkadaşının sınavdan AA aldığını gözlemlediğinde kendisinin de aynı notu alabileceği inancı taşımaya başlar. Dolaylı yaşantıların pozitif etkileri olabileceği gibi negatif etkileri de söz konusudur. Akranlarını gözlemleyen bir öğrenci arkadaşının bir görevde başarısız olduğunu görür ve durum kendisinin aynı görevi yerine getirebilme inancının azalmasına neden olabilir.

Dolaylı yaşantıların, özellikle yeni bir görev için gerekli performansı ortaya koyacak sınırlı deneyimin bulunması durumunda ve bireyin o görev için kendi kapasitesine ait herhangi bir yargısı yokken etkili olduğu görülmüştür. Dolaylı yaşantılarda bireyin özelliklerine benzer modeller diğer modellere göre bireyin öz-yeterlik inancına ait yargıları üzerinde daha önemli bir rol oynar. Bununla birlikte Bandura (1997, s.101) insanların kendilerini daha etkili kılan bilgileri sadece farklı kaynaktan geldiği için göz ardı etmediğini belirtmiştir. Örneğin, televizyon ve televizyona benzer medya araçları özellikle gençleri yönlendirmede önemli bir role sahiptir.



Şekil 16. Öz-yeterlik Kaynakları (Bandura, 1997)

Sözel İknalar (Sosyal İknalar): Öz-yeterlik kaynaklarından üçüncüsü sözel ve sosyal iknalardır. İnsanların öz-yeterlikleri aileleri, öğretmenleri ve arkadaşları tarafından kendilerine söylenen cesaretlendirici sözler ile artabilir. Öğretmenlerin cesaretlendirici özel talimatları, öğrencilerin akademik hedeflerine ulaşmaları için gerekli öz-yeterlik inançlarını artırabilir. Özellikle gençler kendi yeteneklerinin yeterince geliştiğini düşünemedikleri zaman öğretmenlerinin ve ailelerinin geri dönütlerine daha fazla ihtiyaç duyarlar. Bununla birlikte, bireylerin kapasitelerini aşan ve yapamayacakları görevlere yönelten aşırı cesaretlendirici sözler, bireylerin gelecekte hata yapmalarına neden olmakta ve bunun sonucunda bireylerin öz-yeterlik inançları azalmaktadır.

Duygusal ve Psikolojik Durum: Öz-yeterlik kaynaklarının sonuncusu duygusal ve psikolojik durumlardır. İnsanlar kaygı ve stres gibi duygusal durumlarından hareketle kendi yeterliklerini yargılamaktadır. Benzer yeterliklere sahip bireyler duygusal düzeyde farklı tepkilere sahip olabilmektedir. Bu durumda güçlü kaygı ve stres bireye düşük yeterlik duygusu hissettirmektedir. Fakat sükûnet ve sakinlik duygusu gelişmiş bireyler, yani duygularını kontrol edebilen bireyler, benzer durumlarda daha az kaygı ve stres duygusuna kapılır ve bu bireylerin yeterlik duygusu fazla zedelenmez. Benzer şekilde bireylerin öz-yeterlik düzeyleri psikolojik durumlardan da etkilenmektedir. Örneğin, sınava hasta ya da yorgun olarak katılan öğrencilerin, sağlıklı durumlarına göre daha az güven duygusu içerisinde bulundukları tespit edilmiştir. Bu sebeple, bireylerin negatif duyguları azaltmak ve psikolojik durumlarını en iyi düzeyde tutmak, öz-yeterlik duygularının yüksek seviyelerde kalmasını sağlayacaktır.

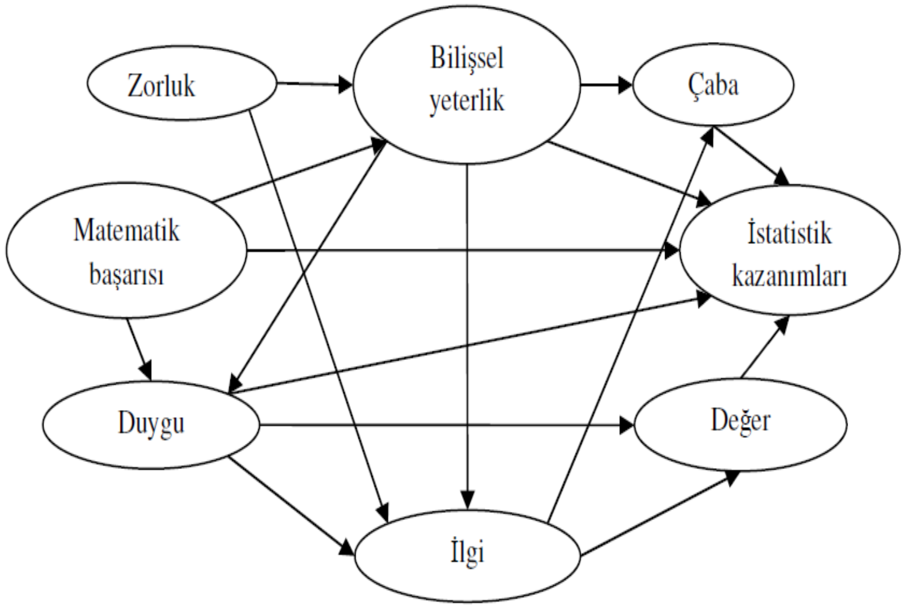
2.5. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde, matematik başarısını etkileyen bilişsel ve duyuşsal faktörleri ele alan güncel çalışmalara yer verilmiştir.

Tonguç (2013) yapmış olduğu çalışmasında sekizinci sınıf öğrencilerinin motivasyon düzeylerinin ve öz düzenlemeye dayalı öğrenme stratejilerinin matematik başarısını yordama gücünü incelemiştir. İlişkisel tarama modelinin kullanıldığı çalışmaye 608 sekizinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Verilerin toplanmasında Öğrenmede Motive Edici Stratejiler Ölçeği kullanılmıştır. Öğrencilerin matematik başarılarının belirlenmesi için ise araştırmacı tarafından geliştirilen başarı testi kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; öğrencilerin motivasyon düzeyleri ve özdüzenlemeye dayalı öğrenme stratejileri, matematik başarısı üzerindeki değişkenliğin %47.1'ini açıklamıştır. Ayrıca öğrencilerin matematik başarılarının; öz-yeterlik algılarıyla pozitif yönlü ve anlamlı ($r=0.559$, $p<0.01$), sınav kaygıları ile ise negatif yönlü ve anlamlı ($r=-0.246$, $p<0.01$) bir ilişki gösterdiği tespit edilmiştir.

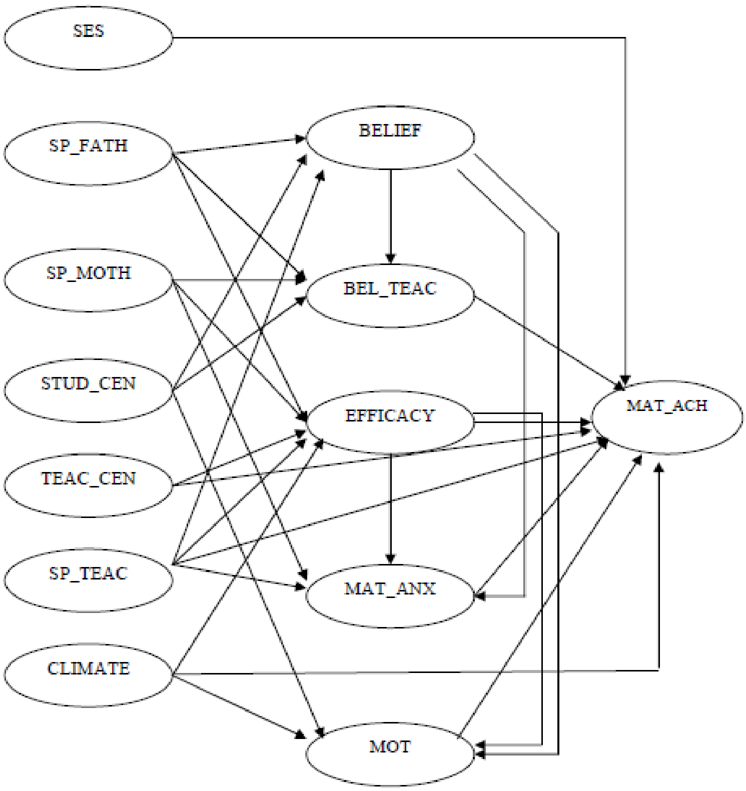
Poyraz (2012) yapmış olduğu çalışmada yedinci ve sekizinci sınıf öğrencileirnin sınav kaygıları, matematik kaygıları, genel başarıları ve matematik başarıları arasındaki ilişkileri incelemeyi amaçlamıştır. İlişkisel tarama modelinde gerçekleştirilen çalışmaya 472 öğrenci katılmıştır. Araştırmada öğrencilerin matematik kaygılarının ölçülmesinde Matematik Kaygı Ölçeği, sınav kaygılarının ölçülmesinde Sınav Kaygısı Envanteri, genel başarılarının ve matematik başarılarının belirlenmesinde ise SBS sınav sonuçları kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre sınav kaygısının; matematik kaygısı ile pozitif ($r=0.457$, $p<0.001$), genel başarı ($r=-0.33$, $p<0.001$) ve matematik başarısı ($r=-0.484$, $p<0.001$) ile negatif ilişki içinde olduğu görülmüştür. Matematik kaygısı ile genel başarı ($r=-0.435$, $p<0.001$) ve matematik başarısı ($r=-0.336$, $p<0.001$) arasında negatif ve anlamlı ilişki, matematik başarısı ile genel başarı arasında ise pozitif ve anlamlı ($r=0.868$, $p<0.001$) bir ilişkinin olduğu görülmüştür.

Emmioğlu (2011) yapmış olduğu çalışmada matematik başarısı, istatistiğe yönelik tutum ve istatistik kazanımları arasındaki yapısal ilişkileri incelemeyi amaçlamıştır. Tarama desenin kullanıldığı çalışmaya lisans ve lisansüstü eğitim gören 247 öğrenci katılmıştır. Verilerin toplanmasında İstatistiğe Yönelik Tutum Anketi kullanılarak; katılımcıların istatistiğe yönelik bilişsel yeterlik, değer, zorluk, çaba, ilgi ve duyguları ölçülmüştür. Verilerin analiz edilmesinde; betimsel, korelasyonel tekniklerin yanı sıra yapısal eşitlik modellemesi tekniği de kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, katılımcıların zorluk ve ilgi alt boyutlarında nötür tutumlara sahip oldukları, diğer altboyutlarda ise olumlu tutumlara sahip oldukları görülmüştür. İstatistik kazanımlarının; matematik başarısı, duygu, bilişsel yeterlilik, ilgi, çaba ve değer degişkenleri ile anlamlı derecede ilişkili oldugu görülmüştür. Test edilen yapısal eşitlik modelinin sonuçlarına göre ise; duygu, değer, bilişsel yeterlilik ve ilgi değişkenlerinin istatistik kazanımları üzerine toplam etki değerlerinin yüksek ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur. Matematik başarısı ve çaba değişkenlerinin istatistik kazanımları üzerine toplam etki değerlerinin küçük fakat istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. Öğrencilerin istatistiğin zorluğuna yönelik tutumlarının ise istatistik kazanımlarını açıklamada herhangi bir etkisinin olmadığı bulunmuştur. Önerilen model, istatistik kazanımlarına ait toplam varyansın % 66'sını istatistiksel olarak anlamlı derecede açıklamıştır.



Şekil 17. İstatistik Tutum-Kazanım Modeli (Emmioğlu, 2011)

Kalender (2010) yapmış olduğu araştırmada; sosyoekonomik durum, okul faktörleri ve duyuşsal değişkenlerin matematik başarıları üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamıştır. 3100 dokuzuncu sınıf öğrencisinin katıldığı araştırmada verilerin analizinde yapısal eşitlik modellemesi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, sosyoekonomik durum matematik başarısı üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Ek olarak, öğrenci merkezli etkinlikler genellikle öğrencilerin matematik başarılarını olumlu yönde fakat dolaylı biçimde etkilediği, öğretmen-merkezli etkinliklerin ise duyuşsal değişkenleri negatif yönde etkilediği anlaşılmıştır. Ayrıca, duyuşsal değişkenlerin matematik başarısı üzerinde pozitif etkilere sahip olduğu belirlenmiştir. Diğer yandan, matematik kaygısı genel liseler dışında matematik başarısı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığı anlaşılmıştır. Çalışmanın sonuçları; öğrencilerin, öğretmen ve ebeveynlerinin kendilerine karşı tutumları ve beklentileri hakkındaki algılarının matematik başarısı üzerinde dolaylı olarak olumlu etkisi olduğunu göstermiştir.

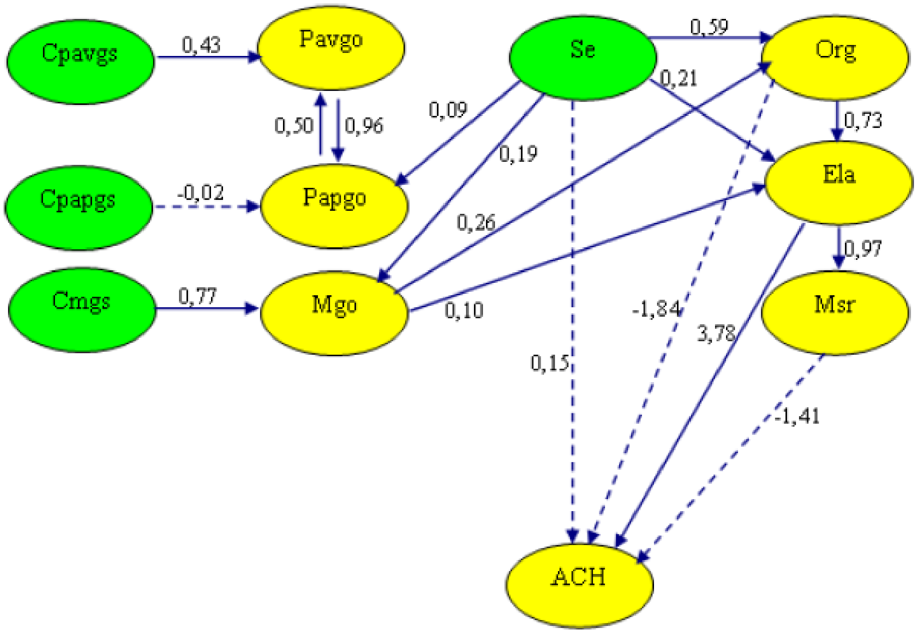


Şekil 18.Matematik Başarısı Modeli (Kalender, 2010)

Kayagil (2010), gerçekleştirmiş olduğu çalışmasında; yedinci sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme beceri düzeylerini matematik başarısını yaş, cinsiyet ve sosyo ekonomik düzey değişkenleri açısından incelemeyi amaçlamıştır. Tarama modelinde gerçekleştirilen araştırmaya 360 öğrenci katılmıştır. Verilerin elde edilmesinde Cornell Eleştirel Düşünme Becerileri Testi (CEDTDX) ve Kişisel Bilgi Formu kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; bağımsız değişkenler birlikte CEDTDX toplam puanları ile orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki göstermektedir. Ayrıca, regresyon katsayılarının anlamlılığına ilişkin t-testi sonuçları incelendiğinde; sadece matematik başarısı, yaş ve kiracı-ev sahibi olma durumu değişkenlerinin CEDTDX toplam puanları üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu anlaşılmıştır.

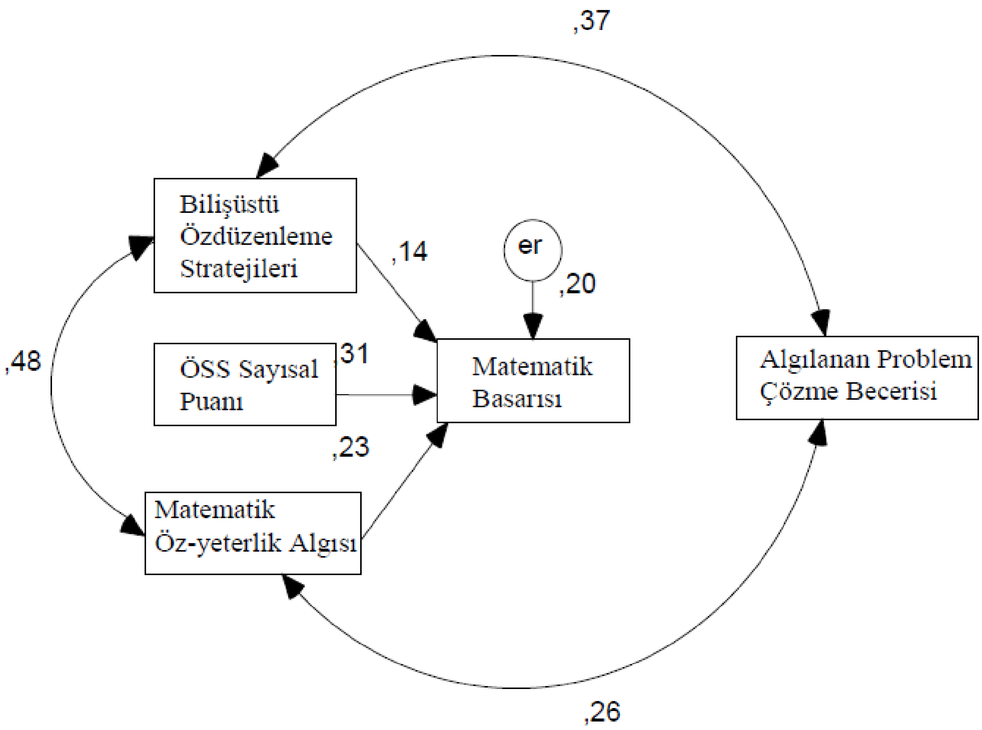
Sevgi (2009), yapmış olduğu çalışmada Türkiye'deki okul özelliklerinin örgencilerin matematik başarısına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmanın örneklemini TIMSS 2007'ye 146 okuldan katılan 4498 öğrenci oluşturmuştur. Araştırmada TIMSS 2007'de; okul anketi, öğrenci özgeçmiş anketi ve matematik başarı testi kullanılarak toplanan veriler analizler gerçekleştirilmiştir. Verilerin çözümlenmesinde hiyerarşik doğrusal modelleme analizi kullanılmıştır. Araştırmanın sonucu; matematik başarısı farklılığının kaynağının %45'nin okullar arasında; %54,6'sının okulların içinde; %57.33 matematik başarısını etkileyen okul degişkenlerine bağlı olarak değiştiğini göstermiştir.

Fadlelmula (2011), gerçekleştirmiş olduğu araştırmada ilkögretim matematik egitimi ile ilgili bazı bilişsel, güdüsel ve davranışsal kavramları bir araya getirip bu kavramlar arasındaki doğrudan veya dolaylı ilişkileri açıklayan bir yapısal model oluşturmayı amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda 1019 yedinci sınıf öğrencisi araştırmaya dâhil edilmiştir. Verilerin toplanmasında Uyumsal Ögrenme Örüntüleri Ölçegi ve Matematik Başarı Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; ögrencilerin matematik dersine yönelik hedef algıları kişisel hedef yönelimleri ile doğrudan ilişkili bulunmuştur. Bu hedef yönelimlerinin arasında sadece öğrenme yönelimi, ögrencilerin strateji kullanımlarıyla ve dolaylı olarak matematik başarıları ile ilişkili bulunmuştur. Ayrıca öğrencilerin kullandıkları öğrenme stratejileri arasında sadece ayrıntılandırma strateji kullanımı matematik başarıları ile anlamlı olarak ilişkili bulunmuştur. Bunun yanında, öz-yeterlik hem doğrudan hem de dolaylı olarak öğrencilerin hedef yönelimleri, öğrenme strateji kullanımları ve matematik başarıları ile ilişkili bulunmuştur.



Şekil 19. Matematik Başarısı Yapısal Eşitlik Modeli (Fadlelmula, 2011)

Alcı, Erden ve Baykal (2010) yapmış oldukları araştırmada üniversite öğrencilerinin matematik başarıları ile üniversitede alınan derslere ilişkin ön bilgilerinin göstergesi olan öğrenci seçme sınavındaki (ÖSS) sayısal puanları, algıladıkları problem çözme becerileri, özyeterlik algıları ve bilişüstü özdüzenleme stratejileri arasındaki açıklayıcı ve yordayıcı ilişkileri incelemeyi amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda 480 üniversite öğrencisi araştırmaya dâhil edilmiştir. Araştırmada gerekli verileri toplamak için Öğrenmede Motive Edici Stratejiler Ölçeği ve Problem Çözme Envanteri kullanılmıştır. Verilerin çözümlenmesinde YEM analizi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; öğrencilerin özyeterlik algıları ile algıladıkları problem çözme becerileri arasında, bilişüstü özdüzenleme stratejileri ile algıladıkları problem çözme becerileri arasında ve özyeterlik algıları ile bilişüstü özdüzenleme stratejileri arasında doğrusal yönde anlamlı bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin, özyeterlik algıları, bilişüstü özdüzenleme stratejileri ve ÖSS sayısal puanlarının matematik başarısını yordamada anlamlı bir güce sahip olduğu, diğer taraftan algıladıkları problem çözme becerilerinin matematik başarısını yordamada anlamlı bir güce sahip olmadığı belirlenmiştir.



Şekil 20. Matematik Başarı Modeli (Alcı, Erden ve Baykal, 2010)

Reçber (2011), yapmış olduğu çalışmada ilköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin matematik öz-yeterlik algısı, matematik kaygısı, matematik dersine karşı tutum ve matematik başarıları arasındaki ilişkiyi, cinsiyet ve okul türü değişkenlerine göre incelemeyi amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda 934 yedinci sınıf öğrencisi çalışmaya dâhil edilmiştir. Gerekli verilerin toplanmasında Matematik Öz-yeterlik Anketi, Matematik Kaygı Anketi ve Matematik Tutum Anketi kullanılmıştır. Öğrencilerin SBS sınav sonuçları ise matematik başarıları olarak değerlendirilmiştir. Verilerin analiz edilmesinde nedensel karşılaştırma ve korelasyonel araştırma modelleri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, cinsiyetin çalışmadaki her kişisel değişken üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu anlaşılmıştır. Okul türünün ise sadece tutum değişkeni üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, regresyon analiz sonuçlarına göre; öz-yeterlik, kaygı, tutum ve cinsiyet değişkenleri ile başarı değişkeni arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu anlaşılmıştır.

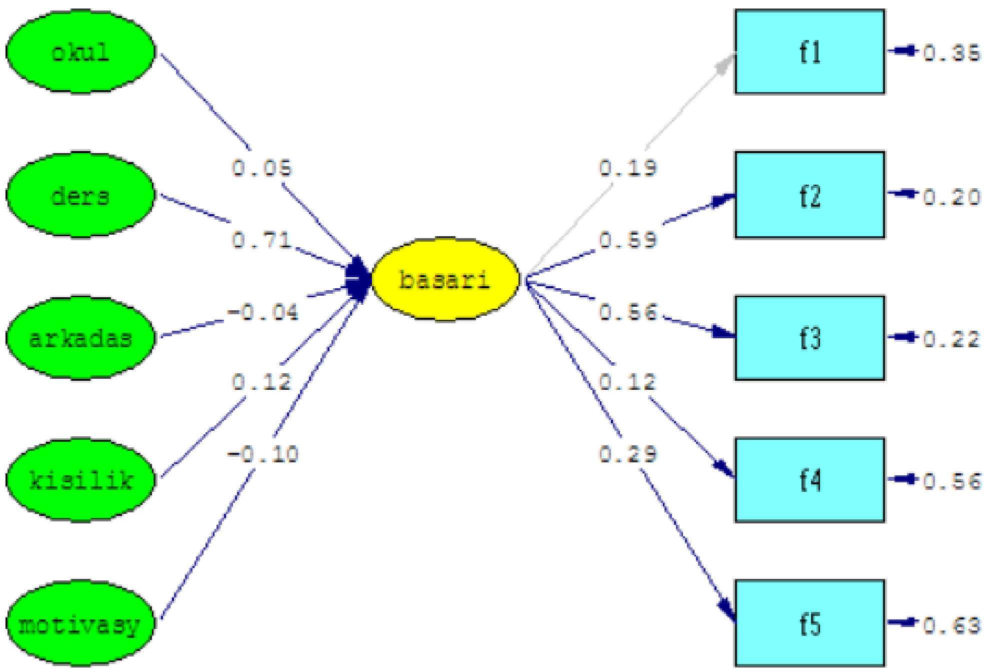
Kılıç (2011) araştırmasında; ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin matematik başarıları, genel başarıları, matematik dersine yönelik güdülenmeleri, tutumları ve matematik kaygıları arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda 350 öğrenci araştırmaya dâhil edilmiş ve 262'si değerlendirmeye alınmıştır. Çalışmada veri toplamak için Matematik Kaygı Ölçeği, Matematik Tutum Ölçeği ve Güdülenme Ölçeği kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutum ve kaygılarında cinsiyete yönelik anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Matematik dersine olan güdülenmelerinin ise cinsiyete göre anlamlı farklılık gösterdiği ve bu farklılığında erkek öğrenciler lehine olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, öğrencilerin matematik notları ile genel notları arasında pozitif yönlü ve yüksek düzeyde, matematik notları ile matematik kaygısı arasında negatif ve orta düzeyde, matematik notları ile matematik dersine yönelik güdülenmeleri ve matematik notları ile derse yönelik tutumları arasında pozitif ve orta düzeyde bir ilişki bulunmuştur. Aynı zamanda, öğrencilerin matematik dersine yönelik güdülenmesi ile matematik kaygısı arasında, matematik kaygısı ile matematik dersine yönelik tutumları arasında negatif yönlü ve yüksek düzeyde anlamlı bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin matematik dersine olan güdülenmeleri ile derse yönelik tutumları arasında ise pozitif yönlü ve yüksek düzeyde bir ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin kaygı, tutum ve güdülenmelerinin sınıf düzeyine göre anlamlı düzeyde farklılaştığı da belirlenmiştir.

Yamaç (2011) yapmış olduğu araştırmada, beşinci sınıf öğrencilerinin motivasyonel inançları, bilişsel ve bilişüstü öz-düzenleme stratejileri, matematik dersine yönelik tutum ve başarıları arasındaki ilişkileri incelemeyi amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda 204 öğrenci araştırmaya dâhil edilmiştir. Araştırmada veri toplamı aracı olarak; Öğrenmede Motive Edici Stratejiler Ölçeği, Matematik Tutum Ölçeği ve Kişisel Bilgi Formu kullanılmıştır. Verilerin analizinde yapısal eşitlik modellemesi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, öz-yeterlik ve sınav kaygısı matematik başarısını açıklamasına rağmen; içsel hedef yönelimi, dışsal hedef yönelimi, görev değeri, kontrol inancı ve bilişsel ve bilişüstü öz-düzenleme stratejileri ile matematik başarısı arasında bir ilişki bulunamamıştır. Ayrıca, öz-yeterlik, sınav kaygısı, görev değeri, içsel hedef yönelimi ve bilişüstü öz-düzenleme stratejileri matematik tutumunu açıklarken, dışsal hedef yönelimi, kontrol inancı ve bilişsel stratejilerin tutum üzerinde bir etkisine rastlanmamıştır. Bunula birlikte, görev değeri, içsel hedef yönelimi ve öz-yeterlik; bilişsel ve bilişüstü öz-düzenleme stratejilerini açıklarken, dışsal hedef yönelimi; kontrol inancı ve sınav kaygısının bilişsel ve bilişüstü öz-düzenleme stratejileri üzerinde etkisi yoktur. Son olarak, motivasyonel inançlar ile bilişsel ve bilişüstü öz-düzenleme stratejilerde cinsiyete göre anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır.

Yılmaz (2011), yapmış olduğu araştırmada 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin matematik güdüsü, kaygısı, öz-yeterlik inancı ve öz kavramı ile matematik dersine yönelik tutumları arasındaki ilişkileri incelemeyi amaçlamıştır. İlişkisel tarama modelinin kullanılarak 17 farklı okulda öğrenim gören 1527 öğrenci araştırmaya dahil edilmiştir. Araştırmada verilerin toplanmasında Matematik Dersiyle İlgili Duyuşsal Özellikler Ölçeği kullanılmıştır. Verilerin analiz edilmesinde korelasyon ve regresyon analizi kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre; öğrencilerin matematik dersi ile ilgili duyuşsal özelliklerinin, matematik dersine yönelik tutumdaki varyansın 6. sınıflarda %79’ unu, 7. sınıflarda %88’ ini, 8.

sınıflarda %82' sini açıkladığı saptanmıştır. Sonuç olarak; öğrenci güdüsü, matematik öz-yeterlik inancı, matematik öz kavramı, başarı güdüsü değişkenlerinin matematik dersine yönelik tutumun önemli yordayıcıları olduğu belirlenmiştir.

Taştan (2012), yapmış olduğu araştırmasında gizil bir değişken olan başarıya etki eden faktörlerin YEM kullanılarak incelenmesi ve bu faktörlerin başarı üzerindeki etki derecelerinin ortaya çıkarılmasını amaçlamıştır. Bu doğrultuda 324 katılımcıya bir anket uygulanarak; okul, ders, arkadaş, kişilik, motivasyon ve başarı gizil değişkenlerini ifade ettiği düşünülen gözlenen değişkenler yardımıyla sorular sorulmuştur. Verilerin analiz edilmesinde YEM kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; okul, ders ve kişilik değişkenlerinin başarı değişkeni üzerinde pozitif etkiye sahip olduğu, arkadaş ve motivasyon faktörlerinin ise negatif bir etkiye sahip olduğu anlaşılmıştır. Başarı bağımlı gizil değişkenine yönelik oluşturulmuş olan YEM' e ait belirlilik katsayısı 0.52 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 21. Yapısal Eşitlik Modeli (Taştan, 2012)

3. BÖLÜM

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın örnekleminde yer alan öğrencilerin demografik bilgileri, araştırmada kullanılan ölçme araçlarının geçerlik ve güvenirlik çalışmaları, verilerin toplanması ve verilerin analiz edilmes süreci ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada, sekizinci sınıf öğrencilerinin Matematik Öz Yeterlik Kaynakları, Matematiksel Problem Çözme Becerileri, Uzamsal Yetenekleri, Matematiksel Muhakeme Becerileri ve Matematik Başarıları arasındaki ilişkilerin varlığını ve derecesini belirlemek için ilişkisel tarama modeli kullanılmıştır. İlişkisel tarama modelleri, iki ya da daha çok sayıdaki değişken arasındaki değişimin varlığını ve derecesini ölçmeyi amaçlayan modellerdir. (Karasar, 2008, s. 81).

3.2. Evren ve Örneklem

Bu çalışmada verilerin analizinde Yapısal Eşitlik Modellemesi (YEM) tekniği kullanılmıştır. Literatürde YEM analizi için gerekli minimum örneklem büyüklüğü ile ilgili farklı görüşler belirtilmiştir (Jayaram, Kannan ve Tan, 2004; Kline, 2011; Bentler ve Chou, 1987). Bunlar arasında en çok kabul görenlerden biri, her bir ölçülen değişkenin en az 10 birime sahip olması ve örneklem hacminin 200'ün altına inmemesi gerektiğidir (Kline, 2011). Bu çalışmada 470 öğrenci araştırmaya dâhil edilerek YEM analizi için gerekli katılımcı sayısı fazlası ile karşılanmıştır.

Araştırmanın evrenini Konya merkezinde bulunan farklı ortaokullarda öğrenim gören yaklaşık 53 bin 8. sınıf öğrenci oluşturmaktadır. Bu öğrencilerin devam ettikleri okulların SBS puan ortalaması 195 ile 465 puan aralığında değişmektedir. Araştırmanın örneklemi tabakalı örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Buna göre, okulların SBS puan ortalaması dikkate alınarak evren üç tabakaya ayrılmıştır. Birinci tabakayı SBS puan ortalaması 350 puan ve üstü olan okullar (n=35, %18), ikinci tabakayı SBS puan ortalaması 350-290 puan arası olan okullar (n=118, %58) ve üçüncü tabakayı ise SBS puan ortalaması 290 puan ve altı olan okullar (n=49, %24) oluşturmuştur. Tabakalarda bulunan okulların sayısının birbirine oranı dikkate alınarak; birinci tabakadan bir okul, ikinci tabakadan üç okul ve üçüncü tabakandan bir okul olmak üzere toplam 5 okul rast gele seçilmiştir. Son olarak seçilen okullardan üçer sınıf rastgele seçilerek araştırmanın örneklemi oluşturulmuştur. Son durumda araştırmanın örnekleminde 470 sekizinci sınıf öğrencisi yer almaktadır. Yaşları 14-15 aralığında değişen öğrencilerin 238'i kız (%50,6), 232'si erkektir (%49,4). Araştırmanın Örnekleminde yer alan öğrencilerin demografik bilgileri Tablo 5'te özetlenmiştir.

Tablo 5. Araştırmanın Örnekleminde Yer Alan Öğrencilerin Demografik Bilgileri

Okullar	**SBS Ortalaması**	**Sınıflar**	**Cinsiyet**		**Sınıftan Katılan öğrenci Sayısı**	**Okuldan Katılan Öğrenci Sayısı**	**Yüzde (%)**
			Kız	**Erkek**			
A Okulu	410	A	15	16	31	93	20
		B	16	15	31		
		C	15	16	31		
B Okulu	344	A	16	15	31	96	60
		B	17	16	33		
		C	17	15	32		
C Okulu	350	A	15	15	30	91	
		B	16	14	30		
		C	15	16	31		
D Okulu	371	A	16	16	32	94	
		B	15	16	31		
		C	16	15	31		
E Okulu	290	A	18	15	33	96	20
		B	15	16	31		
		C	16	16	32		
Toplam		15 sınıf	238 (%50,6)	232 (%49,4)	470	470	100

Tablo 5'e göre, çalışma grubunda SBS puanı 400'ün üstüde bir, SBS puanı 300-400 arası üç ve SBS puanı 300'ün altında ise bir okulun yer aldığı görülmektedir. Ayrıca araştırmaya katılan okulların her birinden üçer sınıfın seçildiği ve toplam 15 farklı sınıfın araştırmaya katıldığı anlaşılmaktadır. Araştırmaya katılan her okuldan 91-96 arası, araştırmaya katılan her sınıftan ise 30-33 arası öğrenci çalışmaya dâhil olmuştur.

3.3. Kullanılan Ölçme Araçları

Araştırmada ortaokul 8 sınıf öğrencilerinin a) demografik özelliklerini belirlemek için Bilgi Formu, b) matematiksel muhakeme becerilerini ölçmek için Matematiksel Muhakeme Testi, c) uzamsal yeteneklerini belirlemek için Zihinsel Çevirme ve Uzamsal Görselleştirme Testleri, d) problem çözme becerilerini ölçmek için Matematik Problem Çözme Testi, e) matematik öz-yeterlik kaynaklarını belirlemek için Matematik Öz-Yeterlik Kaynakları Ölçeği ve f) başarılarını ölçmek için Matematik Başarı Testi kullanılmıştır.

Araştırmada kullanılan Demografik Bilgi Formu ile çalışma grubunda yer alan öğrencilerin; cinsiyeti, yaşı, girmiş olduğu SBS sınav sonuçları, sınıfı ve okul numarası belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan Zihinsel Çevirme, Uzamsal Görselleştirme, Problem Çözme ve Muhakeme Testleri öğrencilerin matematik alanı ile ilgili bilişsel becerilerini ölçmek için kullanılmıştır. Ayrıca, araştırmada kullanılan Matematik Öz-Yeterlik Kaynakları Ölçeği ile öğrencilerin matematik dersine yönelik öz-yeterlik inançlarını belirlemek amaçlanmıştır. Bundan sonraki bölümde araştırmada kullanılan ölçme araçlarının geçerlik ve güvenirlik çalışmaları hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir.

3.3.1. Matematik Başarı Testi

Araştırmada katılımcıların matematik başarılarını ölçmek için Matematik Başarı Testi geliştirilmiştir. 16 çoktan seçmeli sorudan oluşan testin soru yapısı ve konu kapsamı 2011 ve 2012 yıllarında uygulanan Seviye Belirleme Sınavı (SBS) soruları dikkate alınarak hazırlanmıştır. Soruların hazırlanmasında ders kitaplarında yer alan sorulardan ve geçmiş yıllardaki SBS sınavlarından faydalanılmıştır. Testin kapsam geçerliğini ölçmek için uzman görüşü de alınmıştır. Araştırma 2012-2013 bahar dönemi başlarında yürütüldüğü için öğrencilerin araştırmanın başlangıç zamanına kadar işlediği konular dikkate alınmış ve başarı testinin konu kapsamı 2012-2013 güz dönemi konuları ile sınırlandırılmıştır.

Matematik Başarı Testinin güvenirliğini ve geçerliğini kontrol etmek için KR-20 güvenirlik katsayısı, madde güçlük ve madde ayırt edicilik katsayıları hesaplanmıştır. Tablo 6'da sekizinci sınıf matematik dersinin güz dönemine ait alt öğrenme alanları, konular, kazanım sayıları, 2011 ve 2012 SBS sorularının konu dağılımları ve geliştirilen Matematik Başarı Testinin konu dağılımı gösterilmiştir.

Tablo 6. Matematik Başarı Testi Sorularının Konu Analizi

Öğrenme alanları	Konular	Kazanım Sayısı	2011 SBS	2012 SBS	Başarı Testi
Sayılar	Üslü Sayılar	4	2	2	1
	Kara köklü Sayılar,	6		1	1
	Gerçek Sayılar	2	1		1
Olasılık ve İstatistik	Olası Durumları Belirleme	2		1	1
	Olay çeşitleri	2		1	1
	Olasılık çeşitleri	1	1	1	1
	Tablo ve grafikler	1	2	1	2
Geometri	Örüntü ve Süslemeler	1			2
	Dönüşüm Geometrisi	3	2	1	3
Cebir	Örüntüler ve ilişkiler	1	1	1	2
	Cebirsel ifadeler	4	1	2	1
Toplam		**27**	**10**	**11**	**16**

Tablo 6'ya göre geliştirilen Matematik Başarı Testinde, 2012-2013 bahar dönemine kadar işlenen her konu ile ilgili en az bir soru bulunmaktadır. Ayrıca Başarı Testinde yer alan bazı sorular birden çok konu alanına ait kazanımları kapsamaktadır. Örneğin, Başarı Testinde yer alan on altıncı soru Örüntüler-İlişkiler ve Üslü Sayılar öğrenme alanlarına ait kazanımları birlikte ölçmektedir.

Hazırlanan Matematik Başarı Testinin deneme formu 145 (%54 kız, %46 erkek) sekizinci sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Elde edilen veriler kullanılarak madde analizi gerçekleştirilmiştir. Madde analizi sonuçlarına göre, bazı maddeler düzeltilerek teste dâhil edilmiştir. Tablo 7'de Matematik Başarı Testi sorularına ait güçlük ve madde ayırt edicilik katsayıları verilmiştir.

Tablo 7. Matematik Başarı Testi Sorularının Güçlük ve Ayırt Edicilik katsayıları

Soru No	P_j	R_{jx}	Soru No	P_j	R_{jx}
1	0,52	0,33	**9**	0,36	0,35
2	0,67	0,43	**10**	0,45	0,36
3	0,37	0,26*	**11**	0,48	0,27*
4	0,64	0,40	**12**	0,31	0,21*
5	0,55	0,48	**13**	0,52	0,49
6	0,31	0,34	**14**	0,52	0,44
7	0,55	0,44	**15**	0,41	0,23*
8	0,71	0,49	**16**	0,37	0,24*

*Düzeltilen maddeler

Tablo 7'ye göre, Matematik Başarı Testindeki maddelerin madde güçlük katsayıları 0.31 ile 0.71 arasında; madde ayırt edicilik katsayıları ise 0.21 ile 0.49 arasında değişen değerler almaktadır. Madde ayırt edicilik katsayısı değeri 0.20-0.30 arasında olan beş madde düzeltilerek testte dâhil edilmiştir. Testin ortalama güçlük katsayısı 0.46; testin ortalama ayırt edicilik katsayısı ise 0.36 olarak hesaplanmıştır. Hazırlanan Matematik Başarı Testinin KR-20 güvenirlik katsayısı (n=145, %54 kız, %46 erkek) 0.89 olarak bulunmuştur. Matematik Başarı Testi ile ilgili elde edilen analiz sonuçlarına göre, geliştirilen testin geçerliği ve güvenirliğinin istenen düzeyde olduğu söylenebilir (Tavşancıl, 2005).

3.3.1.1. Matematik Başarı Testinin DFA Çalışması

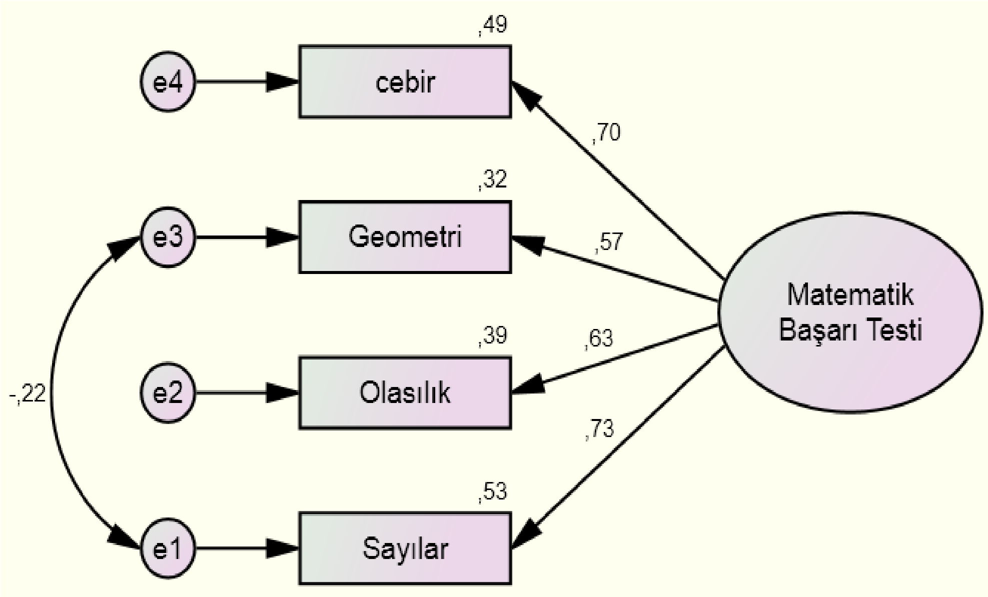
Çalışmada kullanılan Matematik Başarı Testi; Sayılar, Olasılık ve İstatistik, Geometri ve Cebir olmak üzere 4 öğrenme alanını kapsamaktadır. Sayılar öğrenme alanında 3, Olasılık ve İstatistik öğrenme alanında 4, Geometri öğrenme alanında 5 ve Cebir öğrenme alanında 4 soru bulunmaktadır. Öğrenme alanlarına ilişkin toplam puanlar hesaplanarak 4 gözlenen değişken oluşturulmuş ve bu değişkenlerin matematik başarısı gizil değişkeni ile oluşturduğu yapı Doğrulayıcı Faktör Analizi ile incelenmiştir. Matematik Başarı Testinin DFA çalışması için 240 (%54 kız, %46 erkek) sekizinci sınıf öğrencisinin verisi kullanılmıştır.

DFA sonucunda daha iyi uyum değerleri elde etmek için elde edilen modifikasyon indeks değerleri incelenmiş ve uygun iki maddenin hataları arasında korelasyonlar serbest bırakılmıştır (Şekil 22). Modifikasyon indeksleri sabit bir parametrenin eklenmesi ya da yeni parametrelerin eklenmesi sonucu Ki-kare değerinde elde edilecek düşmeyi göstermektedir (Sümer, 2000). Modifikasyondan sonra DFA tekrarlanmıştır. Elde edilen uyum iyiliği değerleri Tablo 8'de özetlenmiştir.

Tablo 8. Matematik Başarı Testine Ait Uyum Değerleri

Uyum Ölçütleri	Kabul Edilebilir Uyum	Çalışmada Elde Edilen Uyum
Ki-Kare (Chi-Squared: χ^2)	Anlamsız	1,792 p= 0,18
Normlaştırılmış Ki-Kare NC (Normed Chi-Squared: χ^2/Sd)	NC<5	1,792
Yaklaşık Hataların Ortalama Kara Kökü RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation)	RMSEA<0,08	0,06
Standart Ortalama Hataların Kara Kökü SRMR (Standardized Root Mean Square Residual)	SRMR<0,08	0,02
Karşılaştırıcı Uyum İndeksi CFI (Comparative Fit Index)	CFI>0,95	0,99
Fazlalık Uyum İndeksi IFI (Incremental Fit Index)	IFI>0,90	0,99
Mutlak Uyum İndeksleri		
Uyum İyiliği İndeksi GFI (Goodness of Fit Index)	GFI>0,85	0,99
Düzeltilmiş Uyum İyiliği İndeksi AGFI (Adjusted Goodness of Fit Index)	AGFI>0,85	0,96
Koruyucu Uyum İndeksi		
Sıkılık Normlaştırılmış Uyum İndeksi PNFI (Parsimony Normed Fit Index)	Olabildiğince Yüksek	0,17
Sıkılık Karşılaştırıcı Uyum İndeksi PCFI (Parsiony comparative fit index)	Olabildiğince Yüksek	0,17
Normlaştırılmış Uyum İndeksi NFI (Normed Fit Index)	NFI>0,90	0,99

Tablo 8'de yer alan uyum değerleri incelendiğinde, genel olarak, modelin istenen düzeyde uyum değerlerine sahip olduğu anlaşılmaktadır (Bollen, 1989; Browne ve Cudeck, 1993; Byrne, 2010; Hu and Bentler, 1999; Kline, 2011; Tanaka ve Huba, 1985). Test edilen tek faktörlü model şekil 22'de gösterilmiştir. Modelde gösterilen tüm yollar 0,001 düzeyinde anlamlıdır.



Şekil 22. Matematik Başarı Testine Ait Tek Faktörlü Modelin DFA Sonuçları n= 240; χ^2 = 1,79; p> 0,05; χ^2 /Sd= 1,79

3.3.2. Matematiksel Problem Çözme Testi

Araştırmada sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiksel problem çözme becerilerini ölçmek için; sayılar, ölçme, geometri, örüntü, cebir, veri istatistiği ve olasılık öğrenme alanlarını kapsayan açık uçlu 14 rutin olmayan problem sorusu geliştirilmiştir. Rutin olmayan matematik problemleri bir ya da birkaç işlemin yapılması ile hemen çözülemeyen ve rutin problemlere göre daha karmaşık problemlerdir. Rutin olmayan matematik problemleri işlem becerilerinin yanında; verileri organize edebilme, sınıflandırabilme, ilişkileri görebilme, kuralları bularak genellemelere varabilme becerilerine sahip olmayı da gerektirir (Souviney, 1989, akt. Altun, 2000, s.89). Matematik Problem Çözme Testinde yer alan örnek bir soru şu şekildedir; "*6 takım bir satranç turnuvasına katılıyor. Her takım rakip takımla* *sadece bir kez karşılaşıyor. Kazanmanın ya da kaybetmenin önemli olmadığı bu turnuvada, kaç müsabaka yapılmıştır? Aşağıdaki adımları gerçekleştirerek problemi çözünüz. (Takımlar, A, B, C, D, E, F)*"

Matematik Problem Çözme Testine verilen cevaplar Polya'nın (1957) önerdiği problem çözme adımları dikkate alınarak puanlanmıştır.

Polya'nın (1957, s. 5-6) problem çözme basamakları şu şekildedir;

1- **Problemi anlama**: Problemde yer alan koşulları, istenen sonucu, bilinmeyeni anlamayı, eksik ya da fazla bilgiyi bulmayı, problemi alt parçalara ayırabilmeyi gerektiren aşamadır.
2- **Plan yapma**: Birinci aşamanın gerçekleşmesi sonucunda ortaya çıkar. Birinci aşama gerçekleşmez ise yani problem tam olarak anlaşılmaz ise bu aşama sağlıklı bir şekilde yürütülemez. Bu aşamada, problemde yer alan veriler ile bilinmeyenler arasında ilişkiler kurulur. Kurulan ilişki matematiksel ifadelere dönüştürülür ve matematiksel bir denklem elde edilir.
3- **Planı uygulama**: Bu aşama ikinci aşamanın gerçekleşmesi sonucu oluşur. İkinci aşamada kurulun matematiksel denklem veya denklemler çözülerek bilinmeyen ve problemde istenen veri elde edilmeye çalışılır. Planın eksik ya da yanlış uygulanması yani denklemin eksik ya da yanlış çözülmesi yanlış sonuca ulaştıracaktır.
4- **Kontrol etme**: Problem çözmenin sonuncu aşaması olan bu aşamada, ulaşılan sonuçların doğru ve anlamlı olup olmadığı kontrol edilir. Bunun için elde edilen sonuç tahmin edilen sonuç ile karşılaştırılır veya çözülen denklemlerin sağlaması yapılır. Ayrıca problemin çözümü için farklı yollar denenerek elde edilen sonuçlar karşılaştırılır.

Açık uçlu sorulara verilen cevaplar Polya'nın belirttiği problem çözme basamaklarının gerçekleştirilme derecesine göre 0 ile 4 arasında değişen değerler ile puanlanmıştır. Tablo 9'da açık uçlu problemlerin değerlendirilmesinde kullanılan derecelendirme anahtarı gösterilmiştir.

Tablo 9. Matematik Problem Çözme Testi Puanlama Yönergesi

Ölçütler	Puan
• Problemi tanımlama	
- Bilinenleri ve bilinmeyenleri eksiksiz yazma	1
- Problemi kendi ifadesi ile yazma	
• Plan yapma	
- Problemin çözümü için uygun matematiksel cümleyi yazma	1
- Probleme uygun görselleştirmeler (şekil, şema, tablo vb.) oluşturma	
• Planı uygulama	
- Kurulan denklemi hatasız çözme	1
- Görselleştirmeleri doğru yorumlama	
• Kontrol	
- Farklı çözüm yolları ile ulaşılan sonucun sağlamasını yapma	1
- Ulaşılan sonucun doğru olup olmadığını nedeniyle yazma	
Toplam	4

Matematik Problem Çözme Testinin geçerliğinin sağlanmasında; 4 ortaokul matematik öğretmeninden, ilköğretim matematik, ortaöğretim matematik, eğitim bilimleri alanlarında uzman 3 öğretim üyesinden uzman görüşü alınmıştır. Alınan görüşler doğrultusunda bazı sorularda düzeltmeler yapılmıştır. Önerilen değişiklikler yapıldıktan sonra Matematik Problem Çözme Testinin pilot çalışması gerçekleştirilmiştir.

Sene sonu matematik not ortalaması 4 ve 5 olan öğrenciler matematik dersi başarısı yüksek, 2 olan öğrenciler matematik dersi başarısı düşük olarak belirlenmiştir. Pilot çalışmaya katılan öğrencilerin özellikleri Tablo 10’da gösterilmiştir.

Tablo 10. Matematik Problem Çözme Testinin Pilot Çalışmasına Katılan Öğrencilerin Matematik Başarılarına Göre Dağılımları

Cinsiyet	Matematik Başarısı Yüksek	Matematik Başarısı Düşük	Toplam
Kız	3	3	6
Erkek	3	3	6

Pilot çalışma ile öğrencilerin testtin amaçladığı şekilde problemleri anlayıp anlamadıklarını belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda ilk olarak öğrencilerin problemde biçimsel olarak anlamakta zorlandığı yerler tespit edilmeye çalışılmıştır. Daha sonra öğrencilerin problemleri çözerken, problemi anlama, problemi tanımlama, problemi çözmek için denklem kurma, denklemi çözme ve elde edilen sonucu kontrol etme gibi problem çözme basamaklarını gerçekleştirebilip gerçekleştiremedikleri belirlenmiştir. Bu amaçla pilot çalışmaya katılan öğrenciler problemleri bir ders saati süresince çözmüştür ve daha sonra her bir öğrenci ile problemler ile ilgili görüşmeler yapılmıştır. Görüşmelerde öğrencilerin problemde anlamakta güçlük çektikleri noktaları belirtmeleri ve problemleri nasıl çözdüklerini ayrıntılı bir şekilde açıklamaları istenmiştir.

Pilot çalışmada sonuçlarına göre öğrencilerin görüşleri doğrultusunda bazı problemler daha anlaşılır hale getirilmiştir. Ayrıca öğrencilerin problemi çözerken kullanmış oldukları adımları daha açık ve anlaşılır bir hale getirmek için sorulara bir takım yönergeler eklenmesine karar verilmiştir. Bu yönergeler ile problemlerin daha kolay ve güvenilir puanlanması da amaçlanmıştır. Pilot çalışma sonunda düzenlenen testtin güvenirliğini hesaplamak için test, 240 (%54 kız, %46 erkek) sekizinci sınıf öğrencisine uygulanmış ve testtin iç tutarlılık katsayısı 0,75 olarak hesaplanmıştır.

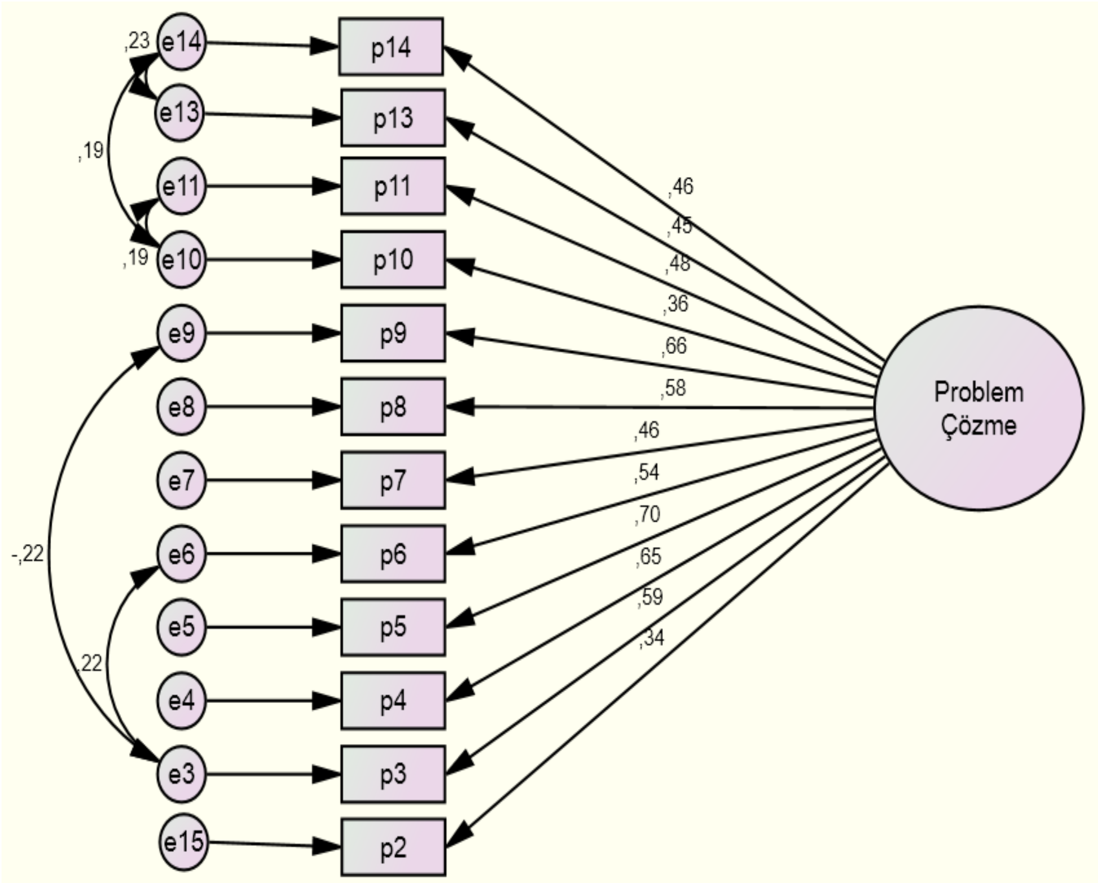
3.3.2.1. Matematiksel Problem Çözme Testinin DFA Çalışması

Problem Çözme Testinin yapı geçerliğini test etmek için DFA çalışması gerçekleştirilmiştir. DFA çalışmasına 240 (%54 kız, %46 erkek) sekizinci sınıf öğrencisi katılmıştır. DFA sonucunda elde edilen faktör yükleri incelenmiş ve faktör yükü 0,32’nin altında bulunan birinci ve on ikinci madde testten çıkarılmıştır. Ayrıca DFA sonucunda daha iyi uyum değerleri elde etmek için elde edilen modifikasyon indeks değerleri incelenmiş ve uygun maddelerin hataları arasında korelasyonlar serbest bırakılmıştır (Şekil 23). Daha sonra DFA tekrarlanmıştır. Elde edilen uyum iyiliği değerleri Tablo 11’de özetlenmiştir.

Tablo 11. Problem ÇözmeTestine Ait Uyum Değerleri

Uyum Ölçütleri	Kabul Edilebilir Uyum	Çalışmada Elde Edilen Uyum
Ki-Kare (Chi-Squared: χ^2)	Anlamsız	106,608 p< 0,001
Normlaştırılmış Ki-Kare NC (Normed Chi-Squared: χ^2/Sd)	NC<5	2,176
Yaklaşık Hataların Ortalama Kara Kökü RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation)	RMSEA<0,08	0,06
Standart Ortalama Hataların Kara Kökü SRMR (Standardized Root Mean Square Residual)	SRMR<0,08	0,05
Karşılaştırıcı Uyum İndeksi CFI (Comparative Fit Index)	CFI>0,95	0,95
Fazlalık Uyum İndeksi IFI (Incremental Fit Index)	IFI>0,90	0,95
Mutlak Uyum İndeksleri		
Uyum İyiliği İndeksi GFI (Goodness of Fit Index)	GFI>0,85	0,96
Düzeltilmiş Uyum İyiliği İndeksi AGFI (Adjusted Goodness of Fit Index)	AGFI>0,85	0,93
Koruyucu Uyum İndeksi		
Sıkılık Normlaştırılmış Uyum İndeksi PNFI (Parsimony Normed Fit Index)	Olabildiğince Yüksek	0,67
Sıkılık Karşılaştırıcı Uyum İndeksi PCFI (Parsiony comparative fit index)	Olabildiğince Yüksek	0,70
Normlaştırılmış Uyum İndeksi NFI (Normed Fit Index)	NFI>0,90	0,91

Tablo 11’de yer alan uyum değerleri incelendiğinde, genel olarak, modelin istenen düzeyde uyum değerlerine sahip olduğu anlaşılmaktadır (Bollen, 1989; Browne ve Cudeck, 1993; Byrne, 2010; Hu and Bentler, 1999; Kline, 2011; Tanaka ve Huba, 1985). Test edilen tek faktörlü model şekil 23’te gösterilmiştir. Modelde gösterilen tüm yollar 0,001 düzeyinde anlamlı bulunmuştur.



Şekil 23. Problem Çözme Testine Ait Tek Faktörlü Modelin DFA Sonuçları n= 240; χ^2 = 106,61; p<0,001; χ^2/Sd= 2,18

3.3.3. Matematiksel Muhakeme Testi

Çalışmada öğrencilerin matematiksel muhakeme becerilerini ölçmek için, Yeşildere'nin (2006) doktora çalışmasında geliştirdiği Matematiksel Güç Ölçeğinin alt boyutu olan Matematiksel Muhakeme testi kullanılmıştır. Yeşildere (2006), Matematiksel Güç Ölçeğinin geliştirilmesinde NAEP tarafından belirlenen matematiksel güce yönelik temel yapıyı dikkate almıştır. Bu doğrultuda çoktan seçmeli sorulardan oluşan bilgi ölçeği ve açık uçlu sorulardan oluşan Muhakeme Testi geliştirmiştir. Testte yer alan örnek bir soru şu şekildedir:

Fatma'dan öğretmeni, içini göremediği bir torbaya elini sokmasını ve içinde olan düzgün geometrik cismin ne olduğunu görmeden -sadece dokunarak-

anlamasını istemiştir. Fatma dokunarak hissedebildiği geometrik cisme ilişkin, defterine aşağıdaki notları almıştır:

- *Toplam 5 tane köşesi var.*
- *Yan yüzleri üçgensel bölge, tabanı üçgensel bölge değil.*
- *Tabanın karşılıklı olan kenar uzunlukları eşit.*

Bu bilgilere göre;

a)Bu geometrik cismin ne olabileceğini tahmin ediniz. Neden bu tahmini yaptığınızı ayrıntılarıyla açıklayınız.

b)Silindir olma olasılığı nedir? Nedenleri ile açıklayınız.

c)Prizma olma olasılığı nedir? Nedenleri ile açıklayınız.

d)Kare piramit olma olasılığı nedir? Nedenleri ile açıklayınız.

Yeşildere'ye (2006) göre, öğrencilerin matematiksel muhakeme becerilerinin belirlenmesinde, farklı çalışma alanlarına yönelik problemler zengin değerlendirme seçeneği sunmaktadır. Bu tip problemler, öğrencilere çeşitli matematiksel kavram ve kuralları uygulama ve matematiksel muhakeme ile ilişkilendirme fırsatı vermektedir. Ayrıca açık uçlu problemler cevabın doğruluğunun yanında; problemin çözüm şekli, çözümün ifade ediliş şekli ve gösterimlerin kullanımı hakkında bilgi toplamaktadır. Tüm bu kıriterler ve ortaokul 8. sınıf matematik öğretim programı dikkate alınmış ve Matematik Güç Ölçeğinde açık uçlu 10 problem sorusunun oluşturulmasına karar verilmiştir. Açık uçlu problemler,

- Öğrencilerin var olan bilgilerini ortaya koymalarını ve bu bilgiler doğru da yanlış da olsa, öğrencilerin ne bildiklerini ifade etmelerini sağlamayı,
- Öğrencilerin verilen problemin içinde, problemi çözmesini sağlayacak örüntüyü, kuralı keşfederek yansıtmalarını,
- Öğrencilerin kendilerine verilen bilgilerden hareketle akıl yürüterek adım adım ilerlemelerini açığa çıkarmayı,
- Öğrencilerin doğru matematiksel iletişim kurup kurmadıklarını belirlemeyi,
- Problemi çözerken verilen nicel ve görsel bilgileri ne ölçüde kullandıklarını tespit etmeyi amaçlamaktadır.

Geliştirilen açık uçlu sorular alanında uzaman kişilere gösterilerek uzman görüşü alınmıştır. Uzmanların önerdikleri değişiklikler yapılarak açık uçlu soruların pilot çalışması gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışmada açık uçlu soruların iki boyutu araştırılmıştır. Bunlardan ilki; öğrencinin, testin amaçladığı şekilde problemi anlayıp anlamadığını belirlemek ve öğrencinin problemde biçimsel olarak anlamakta zorlandığı yerleri tespit ederek düzeltmektir. Bir diğeri ise; problemlerin öğrencilerin kendi bilgilerini ortaya koyma, matematiksel iletişim kurma, muhakeme ve keşfetme gibi matematiksel becerilerini ortaya çıkarma amacını gerçekleştirip gerçekleştirmediğini belirlemektir. Öğrenciler önce problemleri kendilerine verilen iki saat süresince çözmüşlerdir. Daha sonra her bir öğrenci ile problemleri çözmeleri ile ilgili görüşme gerçekleştirilmiştir. Görüşmede öğrencilerden; problemi kendi cümleleri ile ifade etmeleri, problemi anlamalarına engel olan herhangi bir noktanın olup olmadığını belirtmeleri ve problemi nasıl çözdüklerini açıklamaları istenmiştir. Pilot çalışma bulgularına göre; uygulanan on beş problemden öğrencilerin muhakeme, ilişkilendirme ve iletişim kurma becerilerinden en az birini ortaya çıkaramayan beş problem çıkarılmıştır (Yeşildere, 2006).

Matematik muhakeme testinde yer alan açık uçlu soruların değerlendirilmesinde, aralığı 0 ile 4 arasında değişen derecelendirilmiş puanlama anahtarı kullanılmıştır. Puanlama anahtarı ile ilgili detaylı bilgi tablo 12'de gösterilmiştir. Ayrıca, bu çalışmada testtin uygulandığı 240 (%54 kız, %46 erkek) öğrencinin verilerine göre açık uçlu Matematiksel Muhakeme Testinin iç tutarlık katsayısı 0,76 olarak bulunmuştur.

Tablo 12. Muhakeme Testi Puanlama Yönergesi

Ölçütler	Puan
Problemi çözme şekli ve açıklaması doğru, düşüncelerini doğru matematiksel gösterim ve sembollerle ifade eden, muhakeme biçimini net olarak ifade eden ve tam bir anlama içeresinde olduğunu belirten cevaplara verilmiştir.	4
Problemi çözme sekli ve açıklaması birkaç küçük hata veya belirsizlik dışında doğru olan, düşüncelerini doğru matematiksel gösterim ve sembollerle ifade eden, muhakeme biçimini ifade eden ve tam bir anlama içeresinde olduğunu belirten cevaplara verilmiştir.	3
Problemi çözme sekli ve açıklaması problemin biraz anlaşıldığını gösterse de, çözüme yönelik açıklamaları bazı yönlerden yetersiz bilgiye sahip olduğuna işaret eden cevaplara verilmiştir.	2
Problemi çözme sekli ve açıklaması konu ile ilgili sınırlı bilgiye sahip olduğunu gösteren cevaplara verilmiştir.	1
Problemi yanlış çözen veya yanıtsız bırakılan cevaplara verilmiştir.	0

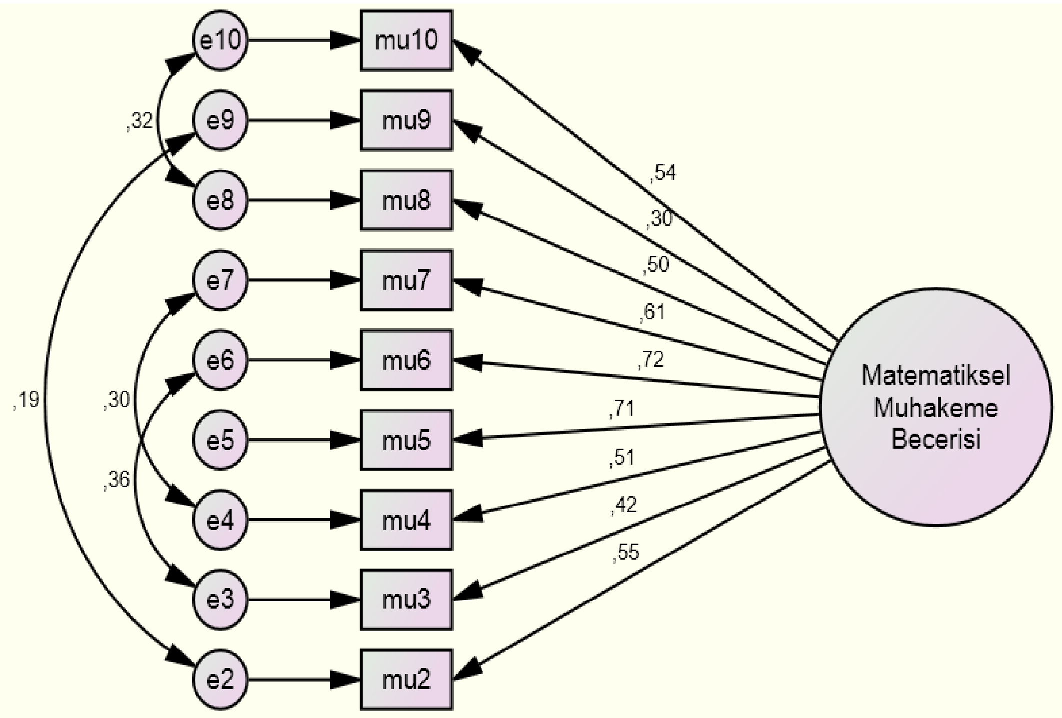
3.3.3.1. Matematiksel Muhakeme Testinin DFA Çalışması

Muhakeme Testinin yapı geçerliğini test etmek için 240 (%54 kız, %46 erkek) sekizinci sınıf öğrencisi DFA çalışmasına katılmıştır. DFA sonucunda elde edilen faktör yükleri incelenmiş ve faktör yükü 0,32'nin altında olan birinci madde testten çıkarılmıştır. Ayrıca DFA sonucunda daha iyi uyum değerleri elde etmek için elde edilen modifikasyon indeks değerleri incelenmiş ve uygun maddelerin hataları arasında korelasyonlar serbest bırakılmıştır (Şekil 24). Uygun modifikasyonların gerçekleştirilmesinden sonra DFA tekrarlanmıştır. Modele ilişkin elde edilen uyum iyiliği değerleri Tablo 13'te özetlenmiştir.

Tablo 13. Muhakeme Testine Ait Uyum Değerleri

Uyum Ölçütleri	Kabul Edilebilir Uyum	Çalışmada Elde Edilen Uyum
Ki-Kare (Chi-Squared: χ^2)	Anlamsız	44,784 p= 0,004
Normlaştırılmış Ki-Kare NC (Normed Chi-Squared: χ^2/Sd)	NC<5	1,947
Yaklaşık Hataların Ortalama Kara Kökü RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation)	RMSEA<0,08	0,06
Standart Ortalama Hataların Kara Kökü SRMR (Standardized Root Mean Square Residual)	SRMR<0,08	0,05
Karşılaştırıcı Uyum İndeksi CFI (Comparative Fit Index)	CFI>0,95	0,96
Fazlalık Uyum İndeksi IFI (Incremental Fit Index)	IFI>0,90	0,96
Mutlak Uyum İndeksleri		
Uyum İyiliği İndeksi GFI (Goodness of Fit Index)	GFI>0,85	0,96
Düzeltilmiş Uyum İyiliği İndeksi AGFI (Adjusted Goodness of Fit Index)	AGFI>0,85	0,93
Koruyucu Uyum İndeksi		
Sıkılık Normlaştırılmış Uyum İndeksi PNFI (Parsimony Normed Fit Index)	Olabildiğince Yüksek	0,59
Sıkılık Karşılaştırıcı Uyum İndeksi PCFI (Parsiony comparative fit index)	Olabildiğince Yüksek	0,61
Normlaştırılmış Uyum İndeksi NFI (Normed Fit Index)	NFI>0,90	0,93

Tablo 13'te yer alan uyum değerleri incelendiğinde, modelin kabul edilebilir uyum değeri kriterlerini karşıladığı anlaşılmaktadır (Bollen, 1989; Browne ve Cudeck, 1993; Byrne, 2010; Hu and Bentler, 1999; Kline, 2011; Tanaka ve Huba, 1985). Test edilen tek faktörlü model şekil 24'te gösterilmiştir. Modelde gösterilen tüm yollar 0,001 düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

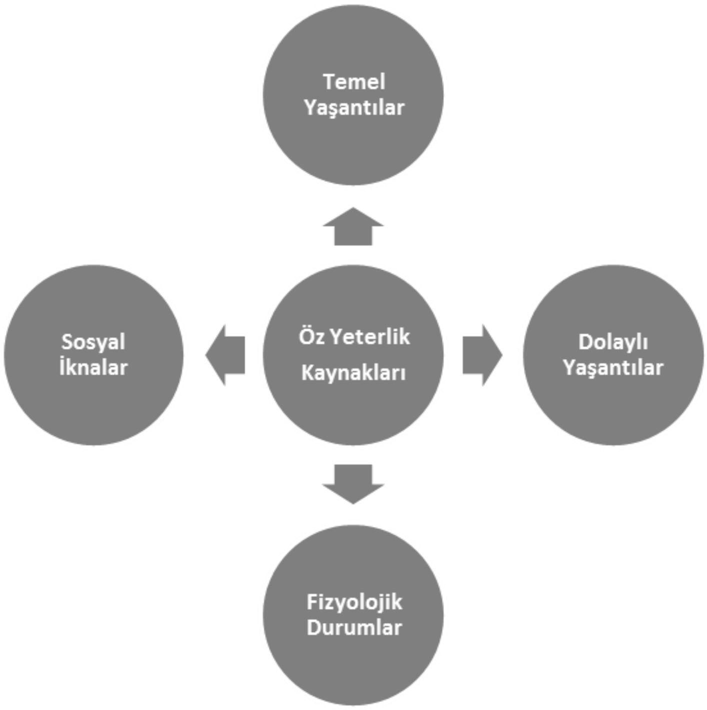


Şekil 24. Muhakeme Testine Ait Tek Faktörlü Modelin DFA Sonuçları, n= 240; χ^2 = 44,78; p<0,01; χ^2/Sd= 1,95

3.3.4. Matematik Öz-yeterlik Kaynakları Ölçeği

Araştırmada ortaokul öğrencilerinin matematik öz-yeterlik kaynaklarını belirlemek için alan yazın taranmış ve ortaokul öğrencilerinin matematik öz-yeterlik kaynaklarını belirlemek için uygun bir Türkçe ölçme aracına rastlanmamıştır. Bu doğrultuda alan yazın taranarak, öz-yeterlik konusunda birçok çalışmaları bulunan Usher ve Pajares'in (2009) ortaokul öğrencilerinin matematik öz-yeterlik kaynaklarını belirlemek için geliştirdikleri Matematik Öz-Yeterlik Kaynakları Ölçeği'nin (Sources of Self-Efficacy in Mathematics) Türkçe'ye uyarlanmasına karar verilmiştir.

Matematik öz-yeterlik kaynakları Ölçeği (MÖKÖ), Bandura'nın (1997) sosyal bilişsel kuramı temel alınarak geliştirilmiştir. Bandura'ya (1997, s. 79) göre öz-yeterlik inancının 4 temel kaynağı bulunmaktadır. Bunlar: Kişisel deneyimler (mastery experience), dolaylı yaşantılar (vicarious experience), sosyal iknalar (social persuasion) ve duygusal ve fizyolojik durumlar (emotional and physiological state) olarak sıralanmıştır.



Şekil 25. Bandura'ya (1997) Göre Öz-Yeterlik Kaynakları

Temel Yaşantılar (Kişisel Deneyimler): Kişinin kendi çabalarıyla bir görevi başarılı bir şekilde yerine getirmesi, o göreve ilişkin öz-yeterlik inancı artmaktadır. Benzer şekilde kişinin bir görevi başaramaması, o göreve ilişkin öz-yeterlik inancının olumsuz yönde etkilenmesine neden olmaktadır (Bandura, 1997). Örneğin, bir öğrenci okulda kendisine verilen akademik görevi (ödev, proje vb.) yerine getirir. Öğretmen öğrencinin ortaya koyduğu performansa göre öğrencisine geri dönüt verir. Öğrenci aldığı dönütü yorumlar ve değerlendirir. Daha sonra öğrenci, bu göreve ilişkin yeterliğini yeniden oluşturur veya revize eder. Bandura (1997), öz yeterliliğin temel yaşantılar ile artırılmasında görevin zorluğunun veya kişisel çaba gerektirmesinin daha etkili olduğunu belirtmiştir. Çünkü kişiyi zorlayan ve başarı ile gerçekleştirilen deneyimler, başarılı olsa da hızlı bir şekilde gerçekleştirilen deneyimlere göre öz-yeterlik inancı üzerinde daha kalıcı etkiye sahiptir.

Dolaylı yaşantılar: Öz yeterliliğin ikinci en önemli kaynağını bireye modeller tarafında sunulan dolaylı yaşantılar oluşturmaktadır. Birey başkalarını gözlemleyerek kendi kapasitesi ve öz-yeterliği hakkında bir takım yargılara varabilmektedir. Örneğin, okulda öğrenciler matematik başarılarını sınıf arkadaşlarının, akranlarının ve yetişkinlerin matematik başarısı ile karşılaştırmaktadır. Bu karşılaştırma sonunca birey matematik öz-yeterliği konusunda sahip olduğu inancını değiştirebilmektedir. Bandura (1997), dolaylı yaşantılarda bireyin gözlemlediği modelin statüsünün önemli olduğunu belirtmiştir. Eğer modelin statüsü bireyin statüsüne yakın ise; modelin başardığı, üstesinden geldiği görevler için bireyin aynı görevi yerine getirebilme inancı ve öz yeterliği yüksektir. Örneğin, sınıf arkadaşını matematik sorusu çözerken izleyen birey aynı soruyu kendisinin de çözebileceğine inanmaktadır.

Sosyal iknalar: Bandura'ya (1986) göre sosyal iknalar bireyin değer verdiği; sınıf arkadaşları, akranları, ebeveynleri, öğretmeni ve diğer yetişkinler gibi kişilerden almış olduğu cesaretlendirici mesajlardır. Ayrıca, bu kişilerin bireyden beklentileri de sosyal ikna olarak da değerlendirilmektedir. Örneğin, ailenin çocuğundan iyi bir okulu kazanmasını istemesi ve bu yöndeki beklentileri sosyal ikna olarak değerlendirilebilmektedir. Diğar yandan, gençler yetenekleri konusunda kendilerini yeterli hissetmediklerinde, öğretmenlerinin ve ailelerinin olumlu geri dönütlerine daha fazla ihtiyaç duyarlar. Bununla birlikte, bireylerin kapasitelerini aşan ve yapamayacakları görevlere ilişkin aşırı cesaretlendirici sözlerin, bireylerin gelecekte hata yapmalarına neden olarak öz-yeterlik inançlarını azalttığı belirtilmiştir (Bandura, 1997).

Fizyolojik durumlar: Bandura (1997) ruhsal, fiziksel dayanıklılık ve stres gibi fizyolojik durumları etkileyen birçok faktörün bulunabileceğini belirtmiştir. Bu faktörler; bireyin kendi kapasitesiyle ilgili yargıları, tehdit içeren ya da zorlamalı durumlar olabilir. Bu faktörler, bireyin belirli görevlere karşı duymuş olduğu öz-yeterlik inancını etkilemektedir. Ölçek geliştirme çalışmalarında genelde Bandura'nın belirttiği fizyolojik durumlar, belirli bir akademik göreve karşı duyulan kaygı ve stres olarak değerlendirilmiştir (Usher ve Pajares, 2009). Bandura (1997), Fizyolojik Durumlar ile öz-yeterlik inancı arasındaki ilişkinin her zaman negatif veya doğrulsal olmayabileceğini vurgulamıştır.

3.3.4.1. MÖKÖ'nin Dilsel Eşdeğerlik Çalışması

Dilsel eşdeğerlik çalışması ile ölçeğin Türkçe 'ye sistematik bir yaklaşımla hatasız olarak çevrilmesi ve ölçeğin Türkçe formunun amacına tam olarak hizmet etmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda çeviri süreci ve çevirinin kontrolü işlemleri adım adım gerçekleştirilmiştir.

Çeviri Süreci: Öncelikle orijinal ölçek formu İngilizce alanında uzman üç kişi tarafından ayrı ayrı Türkçe 'ye çevrilmiştir. Bu çeviriler incelenerek İngilizce bilen ve eğitim bilimleri alanında uzman olan üç kişi tarafından geçici bir Türkçe form oluşturulmuştur. Daha sonra, Türkçe form, kültürel bağlam, dilbilim, araştırma yöntembilim ve ölçme değerlendirme ölçütleri açısından incelenmek üzere, alanlarında uzman bir dilbilimci, bir program geliştirmeci ve bir ölçme değerlendirme uzmanına verilmiştir. Uzmanlar tarafından önerilen değişiklikler değerlendirilerek gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Son olarak altıncı, yedinci ve sekizinci sınıfta öğrenim gören 6 ortaokul öğrencisinden deneme formu ile ilgili görüşleri alınmış ve deneme formunda gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Böylece çeviri sürecinde nihai Türkçe forma ulaşılmıştır. Form bir dil bilimci ve bir eğitim uzmanı tarafından geri çeviri yöntemiyle tekrar İngilizce 'ye çevrilmiştir.

Çevirinin Kontrolü: Türkçe ve İngilizce 'ye çevrilen formlar, Yabancı Diller Yüksek Okulunda İngilizce okutmanı olan iki uzman tarafından özgün formla karşılatılmıştır. Uzmanlar, çevrilen formların özgün formla aynı görüşleri yansıttığını ifade etmiştir.

3.3.4.2. MÖKÖ'nin Puanlanması

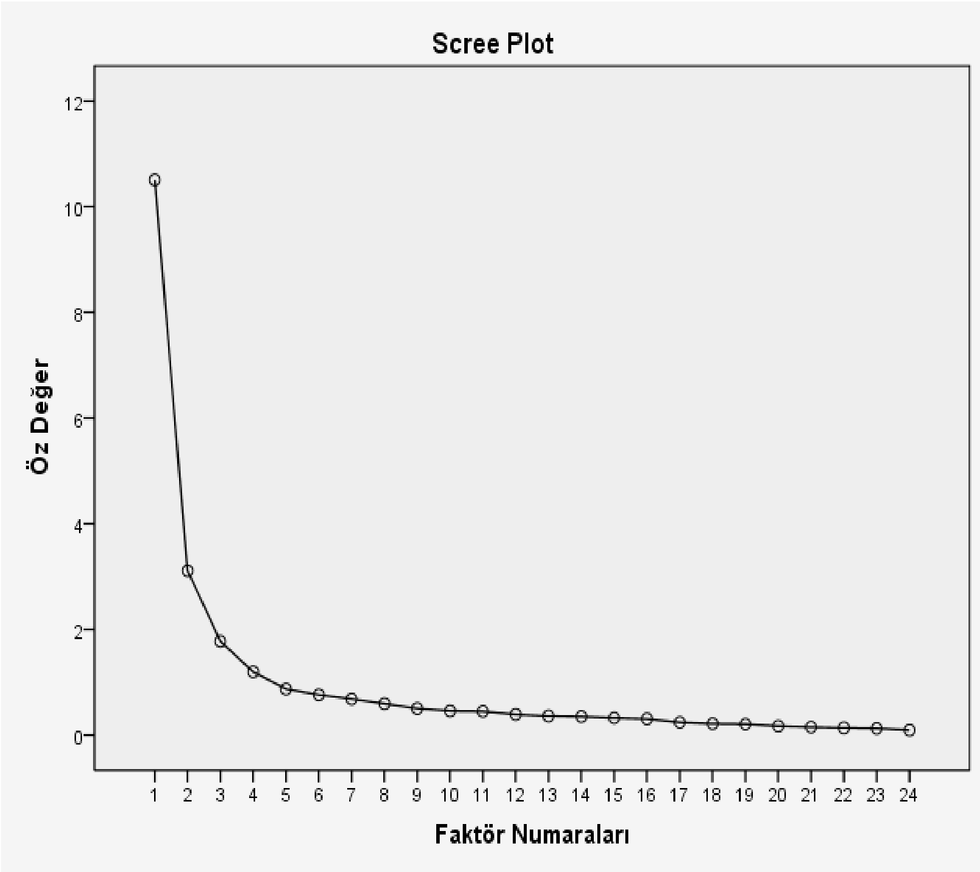
Matematik öz-yeterlik Kaynakları Ölçeğinde katılımcılar, her maddeye katılma derecelerine göre 1 ile 100 arası puan vermektedir. 1 ve bire yakın düşük puanlar katılım derecesinin düşük olduğunu, 100 ve yüze yakın yüksek puanlar ise katılım derecesinin yüksek olduğunu belirtmektedir. Ölçeğin her alt boyutu için alınabilecek minimum puan 6, maksimum puan ise 600 dür. Ölçekte sadece 3. madde ters maddedir. Ölçeğin ilk üç boyutundan alınan yüksek puanlar, öz-yeterlik kaynaklarını oluşturan; temel yaşantıların, dolaylı yaşantıların ve çevreden alınan sosyal iknaların yüksek olduğunu göstermektedir. Ölçeğin fizyolojik durumlar boyutundan alınan yüksek puanlar ise kaygı, stres, bitkinlik gibi olumsuz duyguların yoğun yaşandığını göstermektedir.

3.3.4.3. MÖKÖ'nin Geçerlik Çalışması

Geçerlik çalışması sürecinde, ölçeğin faktör yapısını keşfetmek için açımlayıcı faktör analizi (AFA), ölçeğin faktör yapısının elde edilen verilerle uyumlu olup olmadığını incelemek için ise doğrulayıcı faktör analizi (DFA) yapılmıştır. Geçerlik çalışması, ortaokul 6, 7, ve 8. sınıflarda öğrenim gören 520 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubunun yaklaşık %48'ini kız (n=250), yaklaşık %52'sini erkek (n=270) öğrenciler; yaklaşık %34'ünü (n=175) 6. sınıf, yaklaşık %32'sini (n=170) 7. sınıf ve yaklaşık %34'ünü (n=175) 8. sınıf öğrencileri oluşturmuştur. AFA için 266, DFA için ise 254 ortaokul öğrencisinin verisi kullanılmıştır.

3.3.4.3.1. MÖKÖ'nin Açımlayıcı Faktör Analizi

Ölçeğin yapı geçerliğini sağlamak için açımlayıcı faktör analizi yapılmıştır. Açımlayıcı Faktör Analizi (AFA) için öncelikle örneklem büyüklüğünün yeterli olması gerekmektedir. Örneklem büyüklüğünü test etmek için Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısı hesaplanmış ve 0,932 olarak bulunmuştur. Buna göre örneklem büyüklüğünün yeterli olduğu söylenebilir (Tavşancıl, 2005). İkinci olarak AFA için evrendeki dağılımın normal olması istenmektedir. Eldeki verilerin dağılım durumunu test etmek için Bartlett testi kullanılmış ve anlamlılık katsayısı 0,00 olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar verilerin faktör analizine uygun olduğunu göstermiştir. Bu aşamalardan sonra gerçekleştirilen AFA sonucunda elde edilen Özdeğer-Faktör (Scree Plot) değişim grafiği şekil 26'da gösterilmiştir.



Şekil 26. Öz Değer Faktör Grafiği

Faktör analizi sonuçlarına göre, öz değeri 1'in üzerinde olan dört faktörün olduğu görülmüştür. Ayrıca, Özdeğer-Faktör değişim grafiğinde dördüncü faktörden sonra, faktörler arasındaki değişimin birbirine oldukça yakın olduğu görülmektedir. Diğer yandan ölçekte bulunan 5 maddenin birden fazla faktörde yüksek değer aldığı görülmüştür. Ölçekteki maddelerin faktör yüklerini daha belirgin hale getirmek için AFA, Equamax döndürme tekniği kullanılarak tekrarlanmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, özgün ölçekteki faktör yapısı ile benzerlik gösteren bir yapının ortaya çıktığı görülmüştür. Uzman görüşü de alınarak ölçeğin dört faktörlü olmasına karar verilmiş ve faktör analizi dört faktörlü olarak tekrar gerçekleştirilmiştir. Faktör analizi sonuçlarına göre ölçekteki maddelerin faktör yükleri Tablo 14'deki gibidir.

Tablo 14. MÖKÖ Maddelerinin Ortak Faktör Varyansı ve Faktör Yükleri

Maddeler	Ortak Faktör Varyansı	Faktör Yük Değerleri*			
		Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Faktör 4
m4	,69	***,75***		,32	
m2	,80	***,70***		,49	-,22
m1	,74	***,69***		,46	-,21
m3	,62	***,65***			-,40
m6	,66	***,65***	,44		
m5	,60	***,60***	,45		
m10	,65		***,77***	,23	
m8	,60		***,74***		
m9	,60		***,72***		
m7	,57		***,72***	,23	
m11	,60	,28	***,61***	,38	
m12	,31	,30	***,45***		
m15	,83		,21	***,83***	-,24
m14	,80		,24	***,83***	
m16	,80	,28	,31	***,77***	
m17	,77	,39	,27	***,71***	-,20
m13	,72	,33	,28	***,68***	-,26
m18	,60	,34	,31	***,62***	
m23	,83	-,21		-,23	***,85***
m21	,78				***,85***
m22	,82	-,30			***,84***
m24	,80	-,21		-,24	***,83***
m19	,69				***,81***
m20	,70				***,80***

*±0,20'un altındaki değerler gösterilmemiştir.

Tablo 14'e göre, AFA sonucunda ölçek, orijinalinde olduğu gibi dört faktörden oluşmaktadır. Her bir boyutta 6 madde yer almaktadır. Maddelerin faktör yükleri birinci boyutta 0.602 ile 0.745; ikinci boyutta 0.455 ile 0.743; üçüncü boyutta 0.616 ile 0.835 ve dördüncü boyutta 0.800 ile 0.848 arasında değişen değerler almaktadır. Tablo 15'te her bir faktörün öz değeri ve açıkladığı varyansın yüzdeleri gösterilmiştir.

Tablo 15. Faktörlerin Öz Değerleri ve Açıkladıkları Varyansların Yüzdeleri

Faktör	Öz Değer	Açıkladığı Varyansın Yüzdesi
1	10.51	%43.78
2	3.11	%12.96
3	1.78	%7.40
4	1.20	%4.99
Toplam	16.6	%69.13

Tablo 15'e göre, birinci faktörün öz değeri 10.51, ikinci faktörün öz değeri 3.11, üçüncü faktörün öz değeri 1.78 ve dördüncü faktörün öz değeri 1.20 olarak bulunmuştur. Birinci faktör varyansın %43.78'ini, ikinci faktör varyansın %12.96'sını, üçüncü faktör varyansın%7.40'ını ve dördüncü faktör varyansın %%4.99'unu açıklamaktadır. Dört faktör toplam varyansın yaklaşık % 70'ini açıklamaktadır.

3.3.4.3.2. MÖKÖ'nin Doğrulayıcı Faktör Analizi

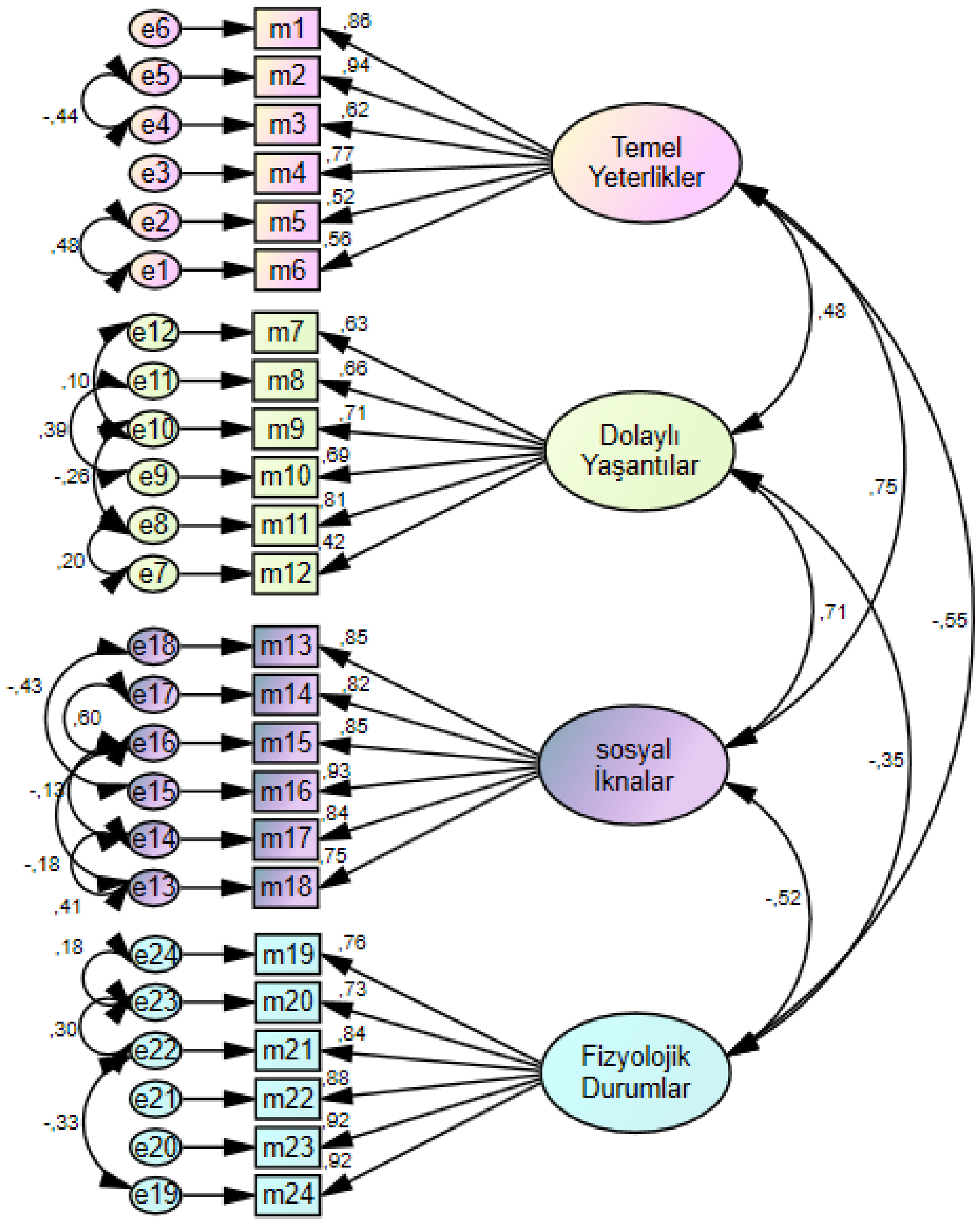
Yapılan AFA sonucunda ölçek dört boyutlu bir yapı göstermiştir. Oluşan bu yapıyı test etmek için DFA kullanılmıştır. DFA ile oluşturulan model, Amos programı kullanılarak test edilmiştir. Test edilen modelin eldeki verilerle ne derece uyumlu olduğunu bulmak için bazı uyum iyiliği değerleri hesaplanmış ve incelenmiştir (Tablo 16).

DFA sonucunda daha iyi uyum değerleri elde etmek için elde edilen modifikasyon indeks değerleri incelenmiş ve uygun olan bazı maddelerin hataları arasında korelasyonlar serbest bırakılmıştır (Şekil 27). Modifikasyon indeksleri sabit bir parametrenin eklenmesi ya da yeni parametrelerin eklenmesi sonucu Ki-kare değerinde elde edilecek düşmeyi göstermektedir (Sümer, 2000). Uygun modifikasyonların gerçekleştirilmesinden sonra DFA tekrar gerçekleştirilmiştir. Nihai modele ilişkin elde edilen uyum iyiliği değerleri Tablo 16'da özetlenmiştir.

Tablo 16. Matematik Öz-Yeterlik Kaynakları Ölçeğinin DFA Analizine İlişkin Elde Edilen Uyum Değerleri

Uyum Ölçütleri	Kabul Edilebilir Uyum	Çalışmada Elde Edilen Uyum
Ki-Kare (Chi-Squared: χ^2)	Anlamsız	488,15 p= 0,00
Normlaştırılmış Ki-Kare NC (Normed Chi-Squared: χ^2/Sd)	NC≤5	2,10
Yaklaşık Hataların Ortalama Kara Kökü RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation)	RMSEA≤0,08	0,07
Standart Ortalama Hataların Kara Kökü SRMR (Standardized Root Mean Square Residual)	SRMR≤0,08	0,07
Karşılaştırıcı Uyum İndeksi CFI (Comparative Fit Index)	CFI≥0,95	0,95
Fazlalık Uyum İndeksi IFI (Incremental Fit Index)	IFI≥0,90	0,95
Mutlak Uyum İndeksleri		
Uyum İyiliği İndeksi GFI (Goodness of Fit Index)	GFI≥0,85	0,87
Düzeltilmiş Uyum İyiliği İndeksi AGFI (Adjusted Goodness of Fit Index)	AGFI≥0,85	0,85
Koruyucu Uyum İndeksi		
Sıkılık Normlaştırılmış Uyum İndeksi PNFI (Parsimony Normed Fit Index)	Olabildiğince Yüksek	0,76
Sıkılık Karşılaştırıcı Uyum İndeksi PCFI (Parsiony comparative fit index)	Olabildiğince Yüksek	0,80
Normlaştırılmış Uyum İndeksi NFI (Normed Fit Index)	NFI≥0,90	0,90

Tablo 16'da yer alan uyum değerleri incelendiğinde, genel olarak, modelin kabul edilebilir düzeyde uyum değerlerine sahip olduğu anlaşılmaktadır (Bollen, 1989; Browne ve Cudeck, 1993; Byrne, 2010; Hu and Bentler, 1999; Kline, 2011; Tanaka ve Huba, 1985). Test edilen dört faktörlü model şekil 27'de gösterilmiştir. Temel yeterlik boyutundaki maddelerin faktör yükleri 0,52-0,94; Dolaylı yaşantılar boyutunda yer alan maddelerin faktör yükleri 0,42-0,81; Sosyal İknalar boyutunda yer alan maddelerin faktör yükleri 0,75-0,93 ve Fizyolojik Durumlar boyutunda yer alan maddelerin faktör yükleri 0,73-0,92 aralığında değişen değerler almaktadır. Modelde gösterilen tüm yollar 0,001 düzeyinde anlamlı bulunmuştur.



Şekil 27. Dört Faktörlü Modele İlişkin DFA Sonuçları n= 254; χ^2 = 488,15; p<0.001; χ^2/Sd= 2.10

3.3.4.3.3. MÖKÖ'nin Boyutları Arasındaki İlişkiler

Matematik Öz-Yeterlik Kaynakları Ölçeğinin iç tutarlılığı ile ilgili bilgi edinmek için ölçeğin alt boyutları arasındaki korelasyonlar hesaplanmıştır. Bu doğrultuda ölçeğin alt boyutları olan Temel Yeterlikler, Dolaylı Yaşantılar, Sözel

İknalar ve Fizyolojik Durumlar arasındaki ilişkiler pearson korelasyon tekniği ile analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 17'de özetlenmiştir.

Tablo 17. MÖKÖ'nin Boyutlarından Elde Edilen Puanların Ortalama, Standart Sapma ve Boyutlar Arasındaki Korelasyon Katsayısı Değerleri

Boyutlar		$\bar{X}$	S	B1	B2	B3	B4
B1	Temel Yeterlikler	439.47	127.34	-			
B2	Dolaylı Yaşantılar	419.87	144.21	0.48**	-		
B3	Sosyal İknalar	361.33	178.15	0.71**	0.61**	-	
B4	Fizyolojik Durumlar	201.30	174.92	-0.54**	-0.30**	-0.49**	-

** $p<0.01$, N=520, S= Standart Sapma

Tablo 17'de MÖKÖ'nün boyutlarına ait ortalama ve standart sapma değerleri ile boyutlar arasındaki korelasyon değerleri yer almaktadır. Elde edilen sonuçlara göre, ölçeğin boyutları arasındaki korelasyon değerleri -0.30 ile 0.71 arasında değişen değerler almaktadır. Sadece fizyolojik durumlar boyutu diğer boyutlar ile negatif yönlü ilişkiler göstermektedir. Ölçekten alınan ortalama puanlar; kişisel deneyim boyutu için 439.47 (S=127.34), dolaylı yaşantılar boyutu için 419.87 (S=144.21), sosyal iknalar boyutu için 361.33 (S=178.15) ve fizyolojik durumlar boyutu için ise 201.30'dur (S=174.92).

3.3.4.3.4. MÖKÖ'nin Güvenirlik Çalışması

Ölçeğin güvenirliğinin hesaplanmasında 520 öğrencinin verisi kullanılmıştır. Ölçeğin güvenirliğine ilişkin iç tutarlık katsayılarının belirlenmesi amacıyla ölçeğin geneline ve alt boyutlarına ilişkin Cronbach alfa değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen değerler tablo 18'de sunulmuştur.

Tablo 18. MÖKÖ için Hesaplanan Güvenirlik Katsayıları

Boyut	Alfa Değeri	
	Özgün Ölçek	Türkçe Ölçek
Kişisel Deneyimler	0.88	0.87
Dolaylı Yaşantılar	0.84	0.80
Sosyal İknalar	0.88	0.93
Fizyolojik Durumlar	0.87	0.94
Ölçeğin geneli	-	0.81

Tablo 18 incelendiğinde, Matematik öz-yeterlik Kaynakları Ölçeğinin geneline ilişkin iç tutarlılık katsayısı 0.81 olarak hesaplanmıştır. Envanterin; Temel Yeterlikler, Dolaylı Yaşantılar, Sosyal İknalar ve Fizyolojik Durumlar alt boyutlarına ilişkin iç tutarlılık katsayıları ise sırası ile 0.87, 0.80, 0.93 ve 0.94 olarak hesaplanmıştır. Özgün ölçek için hesaplanan iç tutarlık katsayıları, ölçeğin Türkçe formu için hesaplanan iç tutarlık katsayılarına oldukça yakındır. Elde edilen sonuçlara göre, Matematik Öz-Yeterlik Kaynakları Ölçeğinin güvenirliğinin istenen düzeyde olduğu söylenebilir.

3.3.4.3.5. MÖKÖ'nin Test Tekrar Test Güvenirlik Çalışması

Tutarlılığa bağlı olarak ölçeğin güvenirliğini sınamak için test tekrar test yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ile aynı ölçme aracı, aradan belli bir süre geçtikten sonra aynı gruba uygulanır ve iki uygulamadan elde edilen ölçümler arasındaki ilişki hesaplanır. Bu ilişkiye bağlı olarak hesaplanan güvenirlik katsayısı, *devamlılık* ya da *kararlılık* katsayısı adını almaktadır (Tavşancıl, 2005). Bu çalışmada ölçeğin kararlılık katsayısını hesaplamak için ölçek; 6., 7. ve 8. sınıflarda öğrenim gören ve tesadüfi olarak seçilen 90 ortaokul öğrencisine 2 hafta arayla iki defa uygulanmıştır. Tablo 19'da test tekrar test güvenirliği çalışmasına katılan öğrencilerin her iki uygulamadan aldıkları puanlara ilişkin ortalama, standart sapma ve iki ölçüm arasındaki korelasyon değerleri (kararlılık katsayıları) yer almaktadır.

Tablo 19. MÖKÖ'nin Test Tekrar Güvenirliğine İlişkin Betimsel Bilgiler ve Korelasyon Katsayıları

Boyutlar	Uygulama	N	$\bar{X}$	S	R
Kişisel Deneyimler	İlk uygulama	90	379.39	121.43	0.83**
	Son Uygulama	90	381.44	116.49	
Dolaylı Yaşantılar	İlk uygulama	90	414.81	128.89	0.62**
	Son Uygulama	90	419.14	109.74	
Sosyal İknalar	İlk uygulama	90	321.44	166.50	0.87**
	Son Uygulama	90	309.28	171.71	
Fizyolojik Durumlar	İlk uygulama	90	1302.46	310.90	0.71* *
	Son Uygulama	90	1332.34	296.67	

**$p<0.001$, S= Standart Sapma, R= Korelasyon Katsayısı

Tablo 19 incelendiğinde, 2 haftalık zaman farkına rağmen, iki uygulama sonucunda hesaplanan ortalama ve standart sapma değerleri birbirine yakın bulunmuştur. Ölçeğin kararlılığı için kanıt olarak sunulabilecek iki uygulama arasındaki korelasyon değeri Kişisel Deneyimler için 0.83; Dolaylı Yaşantılar için 0.62, Sosyal İknalar için 0.87 ve Fizyolojik Durumlar için 0.71 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, iki uygulama arasındaki korelasyon değerleri orta ve yüksek ilişki göstermektedir. Bu sonuç ölçeğin kararlılığının yüksek olduğunun bir kanıtı olarak gösterilebilir.

3.3.4.3.6. MÖKÖ'nin Ayırt Edici Geçerliğinin İncelenmesi

Matematik öz-yeterlik kaynakları Ölçeğinin ayırt edici geçerliğini belirlemek için geçerlik çalışmasına katılan toplam 520 öğrencinin verisi kullanılmıştır. Bu doğrultuda üst ve alt %27'lik dilime giren katılımcıların puan ortalamaları bağımsız örneklem t testi ile karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, üst grupta yer alan katılımcıların Temel Yeterlikler, Dolaylı Yaşantılar ve Sosyal İknalar boyutlarının her bir maddesinden aldıkları puanların ortalaması alt grupta yer alan katılımcılarınınkine göre anlamlı derecede daha yüksek olduğu görülmüştür. Alt grupta yer alan katılımcıların Fizyolojik Durumlar boyutunun her bir maddesinden aldıkları puanların ortalaması ise üst grupta yer alan katılımcılarınınkine göre anlamlı derecede daha yüksek olduğu anlaşılmıştır (Ek-10). Elde edilen sonuçlar, ölçekte yer alan her bir maddenin alt ve üst grubu ayırt etmede başarılı olduğunu göstermiştir.

3.3.4.3.7. MÖKÖ'nin Ölçüt Geçerliği Çalışması

Ölçeğin amacına hizmet etme düzeyini belirlemek için ölçüt geçerliği çalışması yürütülmüştür. Bu doğrultuda tesadüfi olarak seçilen 230 ortaokul öğrencisi (%29, n=67 6. sınıf, %38, n=87 7. sınıf ve %33, n=76 8. sınıf) seçilerek çalışma grubu oluşturulmuştur. Ölçüt geçerliği çalışması doğrultusunda, Öğrenmede Motive Edici Stratejiler Ölçeğinin Öz-yeterlik Algısı Alt Ölçeği (Karadeniz vd., 2008) ve Matematik Kaygı Ölçeği (Bindak, 2005), MÖKÖ ile çalışma grubundaki öğrencilere uygulanmıştır. Daha sonra bu ölçeklerden elde edilen puanlar arasındaki korelasyon değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 20'de yer almaktadır.

Tablo 20. MÖKÖ'nin Ölçüt Geçerliği Çalışması Sonuçları

Ölçekler		Temel Yeterlikler	Dolaylı Yaşantılar	Sözel İknalar	Fizyolojik Durumlar
Öğrenmede Motive Edici Stratejiler Ölçeğinin Öz-yeterlik algısı Alt Ölçeği	R	,689**	,514**	,669**	-,564**
Matematik Kaygı Ölçeği		-,740**	-,490**	-,606**	,716**

**p<0.01, N=230

Tablo 20'ye göre, Matematik öz-yeterlik Kaynakları Ölçeğinin her bir alt boyutu, Öğrenmede Motive Edici Stratejiler Ölçeğinin Öz-yeterlik Alt Ölçeği ve Matematik Kaygı Ölçeği ile orta ve yüksek düzeylerde anlamlı ilişkiler göstermektedir. Elde edilen bu sonuçlara göre, Matematik öz-yeterlik Kaynakları Ölçeğinin amacına hizmet ettiği söylenebilir.

3.3.4.4. MÖKÖ'nin Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmalarının Özeti

Matematik öz-yeterlik kaynakları Ölçeğinin geçerlik çalışması için yapılan AFA ve DFA sonucunda ölçeğin orijinal ölçekte olduğu gibi Temel Yeterlikler, Dolaylı Yaşantılar, Sözel İknalar, Fizyolojik Durumlar olmak üzere dört boyutlu yapıdan oluştuğu görülmüştür. Diğer yandan, ayırt edici geçerlik çalışması, ölçeğin ayırt ediciliğinin istenen düzeyde olduğunu göstermiştir. Ölçüt geçerliği çalışması sonucuna göre ise ölçeğin amacına hizmet ettiği anlaşılmıştır. Ölçeğin güvenirliğini belirlemek için hesaplanan iç tutarlık katsayıları 0.80 ile 0.94 arasında değerler almaktadır. Ayrıca ölçeğin boyutlarına ilişkin heaplanan test tekrar test güvenirlik katsayıları 0.62 ile 0.87 arasında değerler almıştır. Buna göre ölçeğin güvenirliğinin istenen düzeyde olduğu söylenebilir (Tavşancıl, 2005). Geçerlik, güvenirlik ve ayırt edicilik hesaplamalarından elde edilen bulgulara göre; ortaokul öğrencilerinin öz-yeterlik kaynalarına bağlı olarak öz-yeterlik inançlarının ölçülmesinde, bu çalışmada uyarlanan ölçme aracının kullanılabileceği anlaşılmaktadır.

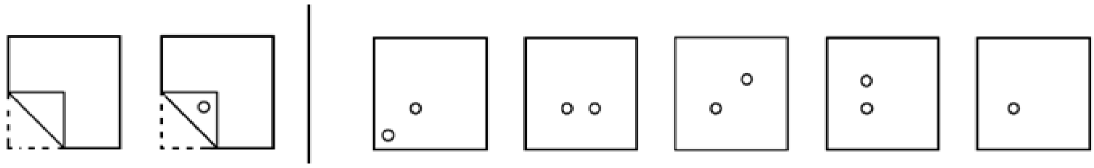
3.3.5. Uzamsal Yetenek

Bu araştırmada Olkun'un yapmış olduğu uzamsal yetenek bileşenleri tanımı temel alınmıştır. Olkun (2003, s. 1), uzamsal ilişkiler ve uzamsal görselleştirme becerilerinin uzamsal yeteneği oluşturan temel iki bileşen olduğunu belirtmiştir. Uzamsal görselleştirme becerisinin ölçülmesinde kâğıt katlama ve uzamsal ilişkiler becerisinin ölçülmesinde zihinsel çevirme testleri kullanılabilmektedir (Olkun, 2003, s.10).

Çalışmada öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerisinin ölçülmesinde Ekstrom ve arkadaşları (1976) tarafından geliştirilen ve Delialioğlu (1996) tarafından Türkçe'ye uyarlanan Kağıt Katlama Testi; zihinsel çevirinin ölçülmesinde Vanderberg ve Kuse (1978) tarafından geliştirilen, Peters ve arkadaşları tarafından revize edilen ve Yıldız (2009) tarafından Türkçe'ye uyarlanan Zihinsel Çevirme Testi kullanılmıştır. Kâğıt Katlama ve Zihinsel Çevirme Testleri aynı zamanda birer hız testidir. Kâğıt Katlama Testtin uygulama süresi 6 dakika, Zihinsel Çevirme Testinin uygulama süresi ise 16 dakika sürmektedir.

3.3.5.1. Kâğıt Katlama Testi (Paper Folding Test)

Kağıt katlama testinde 20 soru yer almaktadır. Testte yer alan her bir sorunun niteliği aynıdır. Testteki her bir soruda kağıt önce katlanmakta, sonra delinmekte ve son olarak açılmaktadır. Öğrencilerin soruları çözebilmeleri için farklı şekillerde katlanıp farklı yerlerinden delinen kâğıtların, açıldıklarında üzerlerinde nasıl bir şeklin ortaya çıkacağını hayal etmeleri gerekmektedir (Şekil 28). Testtin puanlanmasında belirtilen her doğru cevap için 1; her yanlış cevap için ise 0 puan verilmektedir.

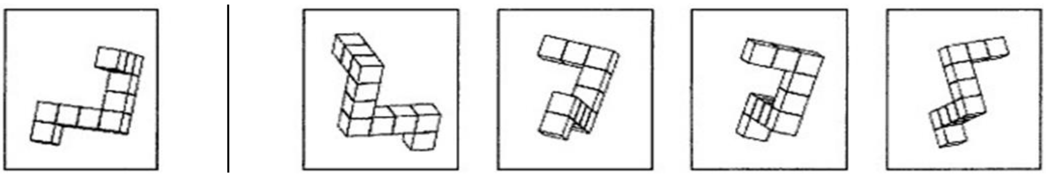


Şekil 28. Kağıt Katlama Testi Örnek Sorusu

Literatür incelendiğinde ortaokul ve ortaöğretim öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerini ölçemek için Kağıt katlama testinin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Bu doğrultuda testtin geçerlik ve güvenirlik çalışmaları farklı öğrenim düzeylerinde gerçekleştirilmiştir (Delialioğlu, 1996; Fenne ve Tartre, 1985; Tillotson, 1984). Bu araştırmada testtin güvenirlik katsayısı 0,72 (N=70) olarak bulunmuştur.

3.3.5.2. Zihinsel Çevirme Testi (Mental Rotation Test)

Zihinsel Çevirme Testi 24 sorudan oluşmaktadır. Testte yer alan her sorunun niteliği aynıdır. Testteki her bir soruda verilen üç boyutlu bir şeklin farklı yönlerde ve farklı açılarla döndürülmüş yeni halinin bulunması istenmektedir. Öğrencilerin soruları çözebilmeleri için verilen üç boyutlu şekillerin farklı görünümlerini zihinlerinde canlandırabilmeleri gerekmektedir (Şekil 29). Testtin puanlanmasında, bulunan her iki doğru şekil için 1; doğru şekillerden sadece biri için ise 0 puan verilmektedir. Yıldız (2009), Zihinsel Çevirme Testinin güvenirlik katsayısını ilk uygulamasında 0.712 (n=161), ikinci uygulamasında ise 0.661 (n=108) olarak hesaplamıştır. Bu çalışmada ise testtin güvenirlik katsayısı 0,75(n=70) olarak bulunmuştur.



Şekil 29. Zihinsel Çevirme Testi Örnek Sorusu

3.4. Veri Toplama Süreci

Araştırma verileri 2012-2013 bahar dönemi süresince toplanmıştır. Bu doğrultuda araştırmada kullanılan ölçme araçlarının hazırlanmasına 2012-2013 güz döneminde başlanmıştır. Ölçme araçlarının geçerlik ve güvenirlik çalışmaları, araştırma için seçilen çalışma grubunun özelliklerine benzer bir grup ile gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada kullanılan ölçme araçlarının geçerlik ve güvenirlik çalışmalarını gerçekleştirmek ve araştırma verilerini toplamak için uygun okullar seçilmiştir. Daha sonra Konya Milli Eğitim Müdürlüğünden belirlenen okullarda çalışma yapmak için araştırma izni alınmıştır (EK-3). Araştırma izni alındıktan sonra çalışmanın yapılacağı okulların her biri ile görüşülerek veri toplama süreci adım adım planlanmıştır. Veri toplama sürecinde ölçme araçlarının uygulama aşamaları Tablo 21'de özetlenmiştir.

Tablo 21. Veri Toplama Araçları ve uygulama Süreci

Veri Toplama Araçları	**Oturum Sırası ve Süresi**
Demografik Bilgi Formu Matematiksel Problem Çözme Testi	Birinci Oturum / Bir Ders Saati
Matematiksel Muhakeme Testi	İkinci Oturum / Bir Ders Saati
Kâğıt Katlama Testi Zihinsel Çevirme Testi	Üçüncü Oturum / Bir Ders Saati
Matematik Başarı Testi Matematik öz-Yeterlik Kaynakları Ölçeği	Dördüncü Oturum / Bir Ders Saati

Araştırmanın amacı doğrultusunda veri toplamak için Öz-yeterlik Kaynakları Ölçeği, Başarı Testi, Muhakeme Testi, Problem Çözme Testi, Kâğıt Katlama ve Zihinsel Çevirme Testleri 4 oturumda öğrencilere uygulanmıştır. Her bir oturum bir ders saati, 40 dk, sürmüştür. Birinci oturumda Demografik Bilgi Formu ve Matematiksel Problem Çözme Testi, İkinci oturumda Matematiksel Muhakeme Testi, üçüncü oturumda Kâğıt Katlama ve Zihinsel Çevirme Testleri, dördüncü oturumda Matematik Başarı Testi ve Matematik öz-Yeterlik Kaynakları Ölçeği uygulanmıştır. Veri toplama süreci araştırmacı tarafından yürütülmüştür.

3.5. Verilerin Analizi

Araştırmada toplanan verilerin analiz edilmesinde ortalama, standart sapma, varyans, maksimum ve minimum değerlerin belirlenmesi gibi betimsel istatistiksel teknikler kullanılmıştır. Ayrıca araştırmada toplanan veriler, yapısal eşitlik modellerinden biri olan yapısal regresyon (YR) modeli ile analiz edilmiştir. Yapısal regresyon (YR) modeli Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) ve Yol Analizi (YA) modellerinin bir sentezidir. YA modellerinde olduğu gibi YR modelleri de doğrudan ve dolaylı etkilerin test edilmesine imkan tanımaktadır. YR modelleri YA modellerinden farklı olarak gizil değişkenler içermektedir. Yani YR modelleri DFA modellerinde olduğu gibi, faktörlerin altında tanımlanmış gözlenen değişkenleri de temsil etmektedir. Dolayısı ile YR modelleri, bir model üzerinde hem yapısal hem de ilişkisel ölçümlerin test edilebilmesine imkân sağlayarak araştırmacılara büyük kolaylık sağlamaktadır (Kline, 2011). Bu çalışmada Matematik öz-yeterlik kaynakları, Matematiksel Problem Çözme ve Muhakeme becerileri, Zihinsel Çevirme ve Uzamsal Görselleştirme yetenekleri ve Matematik Başarıları arasındaki ilişkileri incelemek ve bu değişkenler arasındaki doğrudan ve dolaylı etkileri belirlemek için yapısal regresyon modeli kullanılmıştır.

Araştırmada etki büyüklüğünün hesaplanması ve güç analizi işlemi de gerçekleştirilmiştir. Etki büyüklüğünün hesaplanmasında Cohen'in (1988) önerdiği yöntem kullanılmıştır. Cohen, regresyon analizleri ve doğrusal modeller için etki büyüklüğünün hesaplanmasında standartlaştırılımış etki büyüklüğü (f^2) değerinin hesaplanmasını önermiştir. f^2 değeri, çoklu korelasyon katsayısının (R^2), birden çıkarılan değerine (1–R^2) bölünmesi ile elde edilmektedir (f^2= R^2/(1 – R^2)). Cohen'nin (1988) sınıflandırmasına göre, 0.02≤f^2<0,15 değeri küçük etkiyi, 0.15≤f^2<0.35 değeri orta etkiyi, 0.35≤f^2 değeri ise geniş etkiyi göstermektedir. Bu değerler R^2 için dönüştürüldüğünde; 0.02≤R^2<0.13 değeri küçük etkiyi, 0.13≤R^2<0.26 değeri orta etkiyi, 0.26≤ R^2 değerler ise geniş etkiyi göstermektedir.

Son olarak güç analizi işlemleri için hipotez testinin gücü hesaplanmıştır. Hipotez testinin gücü; gerçek popülasyon modeli, anlamlılık düzeyi, serbestlik derecesi ve örneklem büyüklüğüne bağlı olarak, H0 hipotezi yanlış iken H0 hipotezini reddetme olasılığıdır (Schumacker ve Lomax, 2004). MacCallum, Brown ve Sugawara (1996, s. 142) 0,80'lik gücü sağlayacak gerekli minimumum katılımcı sayısını gösteren bir tahmin tablosu üretmişlerdir. Bu tablo kullanılarak hipotez testinin güç analizi incelenmiştir. Araştırmada verilerin düzenlenmesinde, madde analizinin gerçekleştirilmesinde, etki büyüklüğünün ve güç analizinin hesaplanmasında Office 2010 ve SPSS 18.0 programları; yapısal regresyon modelinin analizinde ise AMOS 19.0 programı kullanılmıştır.

4. BÖLÜM

BULGULAR

Bu bölümde, çalışmanın amaçları doğrultusunda toplanan veriler kullanılarak gerçekleştirilen analizlere "Veri Analizi Öncesi Yapılan İşlemler" ve "Yapısal eşitlik modeli analizi" başlıkları altında yer verilmiştir. Veri analizi öncesi yapılan işlemler ile verilerin, çok değişkenli analiz için hazırlanması ve varsayımların incelenmesi amaçlanmıştır. Veri analizi öncesi yapılan işlemler; verilerin doğrulanması, betimsel bulgular, kayıp ve uç değerlerin analizi işlemlerini kapsamaktadır. Veri analizi öncesi yapılan işlemler gerçekleştirildikten sonra yapısal eşitlik modeli analizi gerçekleştirilmiştir. Yapısal eşitlik modeli analizi; modelin geliştirilmesi, test edilmesi, etki büyüklüklerinin hesaplanması ve güç analizi işlemlerini kapsamaktadır.

4.1. Veri Analizi Öncesi Yapılan İşlemler

4.1.1. Verilerin Düzenlenmesi

Veri analizi öncesi yapılan en önemli işlemlerden biri verilerin düzenlenmesidir. Bu aşamada verilerin yapılacak analiz için uygun olup olmadığı incelenir ve gerekli düzenlemeler yapılır. Araştırmada veriler düzenlenirken; verilerin doğrulanması, kayıp ve uç analizlerinin gerçekleştirilmesi işlemleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca veriler düzenlenirken hatalı veri girişi olup olmadığı ve verilerin genel dağılımı kontrol edilmiştir.

4.1.1.1. Verilerin Doğrulanması

Verilerin doğrulanması aşaması veri setinde yer alan kategorik ve sürekli değişkenlerin olası sınırlar içinde olup olmadıklarının kontrol edildiği aşamadır. Bu doğrultuda kategorik değişkenler için frekans dağılımı; sürekli değişkenler için ise maksimum ve minimum değer aralıkları hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, olası değerler dışında kalan herhangi bir kategorik veya sürekli değişkenin veri setinde bulunmadığı görülmüştür. Yapılacak analizler için eldeki veri setinin uygun olduğu anlaşılmıştır.

4.1.1.2. Kayıp Değerlerin Analizi

Literatürde kayıp değerlerin analizi için farklı yaklaşımlar sunan birçok teknik bulunmaktadır. Bu teknikler arasında liste bazında veri silme (listwise data deletion), durum bazında veri silme (casewise data deletion), çiftler bazında veri silme (pairwise data deletion), ortalama atama (mean substitution), regresyon atfı (regression imputation) ve en çok olabilirlik tahmini (maximum likelihood estimation) teknikleri bulunmaktadır (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2010; Çokluk ve Kayri, 2011; Oğuzlar, 2001).

Liste bazında ve durum bazında veri silme tekniklerinde, kayıp değer içeren her gözlem veri dosyasından çıkarılır. Eğer veri setinde çok az sayıda gözlem kayıp değere sahip ise bu gözlemlerin veri dosyasından çıkarılması iyi bir seçenektir. Ancak kayıp değerler veri seti boyunca dağılmış ve çok sayıda ise kayıp verilere sahip gözlemlerin veri setinden çıkarılması önemli ölçüde veri kayıplarına neden olacaktır ve buna bağlı olarak bazı analizler gerçekleştirilemeyecektir. Çiftler bazında veri silme tekniğinde, her değişken çifti için tüm durumları eksiksiz olan gözlemlerden korelasyon/kovaryans tahminleri hesaplanmaktadır. Korelasyon matrisinin pozitif tanımlı olmadığı durumlarda çiftler bazında veri silme tekniğinde sorunlar yaşanabilmektedir (Oğuzlar, 2001).

Ortalama atama tekniğinde, tüm gözlemlerin belirli bir değişkene ilişkin ortalaması alınır ve elde edilen değer kayıp değerlere atanır. Regresyon atfı tekniğinde, bir ya da birkaç bağımsız değişken, bağımlı değişkenin değerini tahmin etmede kullanılır. Bu amaçla bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkisini araştırmak için regresyon analizi gerçekleştirilir. Regresyon analizi ile elde edilen eşitlik, bağımlı değişkende bulunan kayıp değerleri tahmin etmek amacı ile kullanılır. En çok olabilirlik tahmini tekniğinde ise, verilerin ve kayıp verilerin dağılımına göre, farklı noktalardaki kayıp değerlere farklı değerler atanır (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2010).

Literatürde küçük miktarda kayıp değerlerin analizi için ortalama atama; orta büyüklükte kayıp değerlerin analizi için regresyon atfı; büyük miktarlardaki kayıp değerlerin analizi için ise en çok olabilirlik tahmini tekniklerinin kayıp değer analizlerinde kullanılması tavsiye edilmektedir (Schumacker ve Lomax, 2004). Bu araştırmada Matematik öz-yeterlik kaynakları ölçeğinin tüm maddeleri için kayıp değer analizi gerçekleştirilmiştir. Kayıp değer analizinden önce kayıp değerlerin miktarını belirlemek için frekans dağılımı hesaplanmıştır. Frekans dağılımına göre, kayıp değerlerin küçük miktarda (tüm verilerin yaklaşık %2’si) olduğu anlaşılmıştır. Bu doğrultuda küçük miktarda kayıp değerlerin analizi için literatürde önerilen ortalama atama tekniği kullanılarak kayıp değerlere ortalama değer atanmıştır. Ayrıca araştırmada kullanılan Muhakeme, Problem Çözme, Uzamsal Görselleştirme, Zihinsel Çevirme ve Başarı Testlerinde de kayıp değerlerin bulunduğu tespit edilmiştir. Bu testlerde yer alan kayıp değerler, öğrencilerin soruları çözememelerinden kaynaklandığı anlaşılmıştır. Bu doğrultuda, bu testlerin yönergelerinde yer aldığı gibi, boş bırakılan sorular sıfır puan olarak değerlendirilmiştir.

4.1.1.3. Aykırı Değerlerin analizi

Bu aşamada uç değer olarak adlandırılan ve alışageldik değerlerin dışında değerlere sahip gözlemlerin tespiti ve analizi gerçekleştirilmiştir. Uç değerler kullanılan istatistiksel testlerin sonuçlarını etkileyebilmektedir. Bazı durumlarda tek bir uç değer bir istatistiksel test sonucunun manidar olmasına neden olabildiği gibi, tersi de söz konusu olabilir. Çünkü YEM analizlerinde olduğu gibi pek çok istatistiksel işlem, ortalamaya göre oluşan sapmaların karesini dikkate almaktadır. Eğer bir gözlem, dağılımın geri kalanından çok uzakta ise sapma değeri büyüyecektir. Bu değerin karesinin alınması sapma değerinin daha da büyümesine neden olacaktır. Bu nedenle uç değerlerin tespiti ve analizi oldukça önemli görülmektedir (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2010). Tabachnick ve Fidell'e (2007) göre, uç değerlerin üç temel kaynağı vardır:

1. Veri girişinde yapılan hatalar,
2. Örneklemin seçildiği evrenin dışında kalan gözlem veya gözlemlerin örnekleme dâhil edilmesi,
3. Gözlemin örneklemin genelinden farklı olmasıdır.

Uç değerler tek yönlü ve çok yönlü durumlarda söz konusu olabilir. Tek yönlü uç değer, gözlemlerin bir tek değişkene ilişkin aşırı değerlere sahip olmaları anlamına gelmektedir. Çok yönlü uç değer ise, iki ya da daha fazla değişkene ilişkin puanların olağan dışı kombinasyonları anlamına gelmektedir (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2010). Araştırmada her bir değişken için uç değer analizi gerçekleştirilmiştir.

Tek yönlü uç değer analizi için dağılımdaki tüm puanlar standart Z puanına dönüştürülerek verilerin ortalamadan olan uzaklıkları incelenebilmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2007, s. 545). Normal dağılım eğrisine göre +3'den büyük ya da -3'den küçük Z değerine sahip gözlemler uç değer olarak görülebilir. Araştırmada tüm puanlar için standart Z değeri hesaplanmış, +3 ve -3 aralığının dışında kalan herhangi bir değere rastlanmamıştır. Ayrıca tek yönlü uç değer analizi için Frekans dağılımı, histogramlar, dal-yaprak (stem-leaf plot) ve kutu grafikleri (box plots) kullanılarak veri setinde uç değerlerin olup olmadığının incelenmesi de tavsiye edilmektedir (Stevens, 2009). Tüm puanlar için gerçekleştirilen Frekans dağılımı, histogramlar, dal-yaprak ve kutu grafiklerinin incelenmesi sonucunda; Matematiksel Problem Çözme Testinde üç gözlemin uç değerlere sahip olduğu anlaşılmış ve bu gözlemler veri setinden çıkarılmıştır. Araştırmada kullanılan diğer testlere ilişkin herhangi bir uç değer tespit edilmemiştir. Çok yönlü uç değer analizi için ise, her bir gözlemin diğer gözlemlerin merkezinden olan uzaklık hesaplanarak çok yönlü dağılım incelenebilmektedir (Tabachnilck ve Fidell, 2007). Bu doğrultuda Mahalanobis uzaklık (Mahalanobis Distance) değerleri hesaplanmış ve 0,001 anlamlılık düzeyinde aykırı gözleme rastlanmamıştır (Bkz. Ek-1). Aykırı değerlerin analizi sonucunda veri setinin 470 gözlenen değişkenden oluştuğu belirlenmiştir.

4.1.2. Betimsel Bulgular

Bu aşamada, ölçme araçlarından elde edilen verilerin analiz edilmesi ile elde edilen betimsel bulgulara yer verilmiştir. Verilerin analizleri ile verilere ait ortalama, standart sapma, varyans, basıklık, çarpıklık değerleri elde edilmiştir. Ayrıca her bir ölçme aracından elde edilen maksimum ve minimum puan değerleri de hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 22'de özetlenmiştir.

Tablo 22'ye göre, Matematiksel Muhakeme Beceri Testinden alınan puanlar 0 ile 32 aralığında değişmekte ve puanlar orta düzeyde sağa çarpık bir dağılım göstermektedir ($\bar{X}$= 12,62; SS= 7,95). Matematiksel Problem Çözme Beceri Testinden alınan puanlar 0 ile 44 aralığında değişmekte ve puanlar orta düzeyde sağa çarpık bir dağılım göstermektedir ($\bar{X}$= 14,92; SS= 9,84). Uzamsal Görselleştirme Testinden alınan puanlar 1 ile 20 aralığında değişmekte ve puanlar normale oldukça yakın bir dağılım göstermektedir ($\bar{X}$= 9,52; SS= 3,96). Zihinsel Çevirme Testinden alınan puanlar 1 ile 22 aralığında değişmekte ve orta düzeyde sağa çarpık bir dağılım göstermektedir ($\bar{X}$= 8,55; SS= 4,99).

Matematik Başarı Testinden alınan puanlar 0 ile 16 aralığında değişmekte ve puanlar hafif sola çarpık bir dağılım göstermektedir ($\bar{X}$= 9,10; SS= 3,69). Matematik Testinin; Sayılar alt öğrenme alanından alınan puanlar 0 ile 3 puan aralığında değişmekte ve puanlar orta düzeyde sola çarpık bir dağılım ($\bar{X}$= 2,09; SS= 0,99), Olasılık alt öğrenme alanından alınan puanlar 0 ile 5 puan aralığında değişmekte ve puanlar normale oldukça yakın bir dağılım ($\bar{X}$= 2,70; SS= 1,47), Geometri alt öğrenme alanından alınan puanlar 0 ile 5 puan aralığında değişmekte ve normale oldukça yakın bir dağılım ($\bar{X}$= 2,54; SS= 1,35), Cebir alt öğrenme alanından alınan puanlar 0 ile 3 puan aralığında değişmekte ve puanlar hafif sola çarpık bir dağılım ($\bar{X}$= 1,76; SS= 0,95) göstermektedir.

Matematik öz-yeterlik kaynakları Ölçeğinden alınan puanlar 294 ile 2080 aralığında değişmekte ve puanlar orta düzeyde sola çarpık bir dağılım göstermektedir ($\bar{X}$= 1281,97; SS= 348,02). Matematik öz-yeterlik kaynakları Ölçeğinin; Temel Yeterlik alt boyutundan alınan puanlar 6 ile 599 aralığında değişmekte ve puanlar orta düzeyde sola çarpık ($\bar{X}$= 348,85; SS= 164,21), Dolaylı Yaşantılar alt boyutundan alınan puanlar 6 ile 600 aralığında değişmekte ve puanlar orta düzeyde sola çarpık ($\bar{X}$= 382,04; SS= 142,10), Sözel İknalar alt boyutundan alınan puanlar 6 ile 600 aralığında değişmekte ve puanlar hafif sağa çarpık ($\bar{X}$= 290,67; SS= 180,65), Fizyolojik Durumlar alt boyutundan alınan puanlar 6 ile 600 aralığında değişmekte ve puanlar orta düzeyde sağa çarpık ($\bar{X}$= 260,40; SS= 190,73) dağılım göstermektedir.

Sonuç olarak, elde edilen betimsel bulgulara göre araştırmaya katılan öğrencilerin;

- Matematiksel Problem Çözme Becerilerinin düşük ($\bar{X}$= 14,92);
- Matematiksel Muhakeme Becerilerinin düşük ($\bar{X}$= 12,62);
- Uzamsal Görselleştirme Yeteneklerinin orta ($\bar{X}$= 9,52);
- Zihinsel Çevirme Becerilerinin düşük ($\bar{X}$= 8,55);
- Matematik Öz-Yeterlik Kaynaklarına göre hesaplanan Matematik Öz-Yeterlik inançlarının orta ($\bar{X}$= 1281,97) ve
- Matematik Başarılarının orta ($\bar{X}$= 9,10) düzeyde bulunduğu anlaşılmıştır.

Tablo 22. Betimsel Bulgular

Değişkenler	N	Min.	Mak.	Ortalama	ÖAAMP	Std. Sapma	Çarpıklık		Basıklık	
							Değer	Std. Hata	Değer	Std. Hata
Muhakeme Becerisi	470	0	32	12,62	36	7,95	0,51	0,11	-0,76	0,22
Problem Çözme Becerisi	470	0	44	14,92	48	9,84	0,61	0,11	-0,35	0,22
Uzamsal Görselleştirme Becerisi	470	1	20	9,52	20	3,96	0,15	0,11	-0,54	0,22
Zihinsel Çevirme Becerisi	470	1	22	8,55	24	4,99	0,65	0,11	-0,54	0,22
Matematik Başarısı	470	0	16	9,10	16	3,69	-0,14	0,11	-1,00	0,22
Sayılar	470	0	3	2,09	3	0,99	-0,71	0,11	-0,68	0,22
Olasılık	470	0	5	2,70	5	1,47	-0,03	0,11	-1,07	0,22
Geometri	470	0	5	2,54	5	1,35	-0,13	0,11	-0,79	0,22
Cebir	470	0	3	1,76	3	0,95	-0,22	0,11	-0,91	0,22
Matematik Öz-Yeterlik Kaynakları	470	294	2080	1281,97	2400	348,02	-0,31	0,11	-0,76	0,23
Kişisel Deneyimler	470	6	599	348,85	600	164,21	-0,20	0,11	-1,07	0,22
Dolaylı Yaşantılar	470	6	600	382,04	600	142,10	-0,59	0,11	-0,47	0,22
Sözel İknalar	470	6	600	290,67	600	180,65	-0,03	0,11	-1,16	0,22
Fizyolojik Durumlar	470	6	600	260,40	600	190,73	0,34	0,11	-1,13	0,22

ÖAAMP= Ölçme aracından alınabilecek maksimum puan

4.1.3. Varsayımların İncelenmesi

Çok değişkenli analizlerde olduğu gibi Yapısal Eşitlik Modellemesi analizleri de bazı varsayımlara dayanmaktadır. Bu varsayımlar; **a)** çok değişkenli normal dağılım, **b)** doğrusallık, **c)** aykırı değerler, **d)** çoklu doğrusal bağlantı ve **e)** örneklem hacmi olarak sıralanabilir (Bayram, 2010). Değişkenlerin varsayımları karşılayıp karşılamadığı sırası ile kontrol edilmiştir. Aykırı değerlerin analizi daha önce yapıldığı için bu bölümde aykırı değer analizine yer verilmemiştir.

4.1.3.1. Tek Değişkenli Normallik

Literatürde çok değişkenli normallik varsayımı incelenmeden önce her bir değişkenin tek başına normal dağılım gösterip göstermediğinin incelenmesi gerektiği belirtilmiştir (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2010). Bu doğrultuda her bir değişken için basıklık ve çarpıklık değerleri, Z değeri ve anlamlılık düzeyi hesaplanarak verilerin tek değişkenli normal dağılım gösterip göstermedikleri araştırılmıştır. Veriler tek değişkenli normal dağılım göstermiyor ise, dağılımları normal ya da normale yakın hale getirmek için bir takım dönüştürme işlemlerinin yapılması tavsiye edilmektedir (Kline, 2011). Tablo 23'te tek değişkenli normal dağılım analizi sonucu elde edilen değerler gösterilmiştir.

Tablo 23. Tek Değişkenli Normal Dağılım Analizi

Değişkenler	Basıklık			Çarpıklık			Basıklık ve Çarpıklık	
	Değer	Z	p	Değer	Z	p	χ^2	p
Matematik öz-yeterlik kaynakları	-0,31	-2,73	0,01	-0,76	-5,49	0,00	37,56	0,00
Uzamsal Yetenek	0,41	3,54	0,00	-0,67	-4,48	0,00	32,63	0,00
Matematiksel Muhakeme Becerisi	0,51	4,31	0,00	-0,76	-5,49	0,00	48,63	0,00
Matematiksel Problem Çözme Becerisi	0,61	5,06	0,00	-0,35	-1,83	0,07	28,94	0,00
Matematik Başarısı	0,14	-1,21	0,23	-1,00	-9,72	0,00	95,93	0,00

Tablo 23'e göre, genel olarak, hesaplanan Z değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($p<0,05$). Değişkenlere ilişkin elde edilen çarpıklık ve basıklık değerleri incelendiğinde ise; basıklık değerlerinin -0,31 ile 0,61 aralığında, çarpıklık değerlerinin ise -

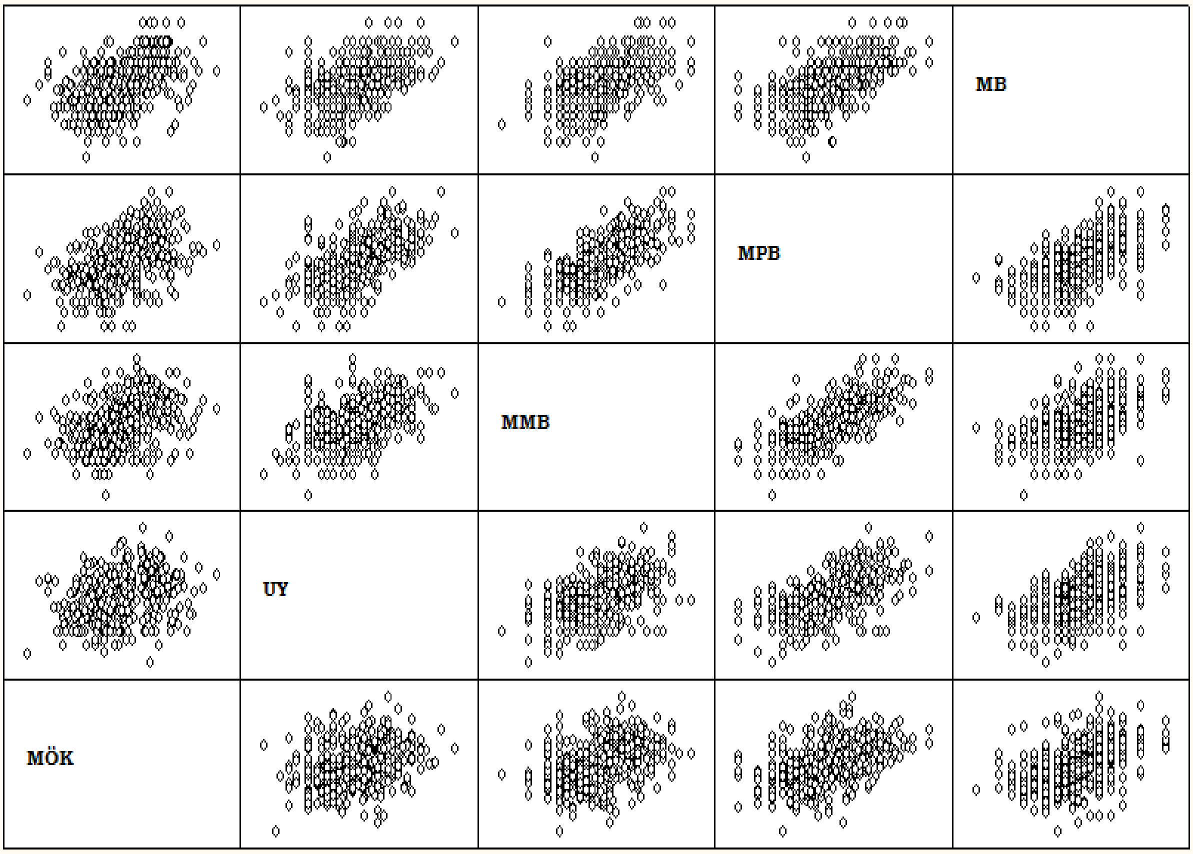
0,35 ile -1,00 aralığında değişen değerler aldığı anlaşılmaktadır. George ve Mallery'e (2003) göre normallik varsayımının karşılanması için her bir değişken için çarpıklık ve basıklık değerlerinin ±1 aralığında değerler alması yeterlidir. Bu doğrultuda her bir değişkenin normal dağılım gösterdiği ve tek değişkenli normal dağılım varsayımının karşılandığı anlaşılmıştır. Herhangi bir dönüştürme işlemi yapmadan orijinal veriler kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir.

4.1.3.2. Çok Değişkenli Normallik ve Doğrusallık

Yapısal eşitlik modellemelerinde verinin çok değişkenli normal dağılıma sahip olması önemli bir varsayımdır. Bu varsayımın ihlali ki-kare değerinin küçülmesine ve sonucun anlamlı çıkmasına neden olmaktadır. Aynı zamanda yapısal eşitlik modellemesi analizlerinde maksimum olabilirlik tahmincisinin kullanılabilmesi için de çok değişkenli normal dağılım varsayımın karşılanması gerekmektedir (Schumacker ve Lomax, 2004). Çok değişkenli normallik aşağıdaki özellikleri kapsamaktadır (Kline, 2011, s. 60):

1- Her bir değişken tek başına normal dağılım göstermelidir.
2- Veri setindeki değişkenler ikişer ikişer ele alındığında her bir ikilinin ortak dağılımı normal olmalıdır.
3- Veri setinde yer alan her bir iki değişkene ait dağılım doğrusal olmalı ve bu değişkenlere ait artıkların dağılımı sabit varyanslı olmalıdır.

Yapısal eşitlik modellemesi analizlerinde değişkenler arasında doğrusal ilişkilerin olması bir diğer önemli varsayımdır. Bu varsayımın karşılanmadığı durumda model uyum tahminleri ve standart hatalar yanlı (bias) olur (Bayram, 2010). Çok değişkenli normallik ve doğrusallık her değişken için saçılma diyagramı matrisi (scatter plot matrix) ile incelenebilir (Kline, 2011, s. 65; Tabacnick ve Fidell, 2007, s.83). Bu matriste yer alan dağılımların şekilleri doğrusallık ve normallik hakkında bilgi vermektedir. Eğer dağılımlar elips şekline yakın saçılırsa çok değişkenli normalliğin ve doğrusallığın sağlandığı söylenebilir. Şekil 30'da yer alan saçılma diyagramına göre, genel olarak, değişkenlerin doğrusallık ve çok değişkenli normallik varsayımlarını karşıladığı anlaşılmaktadır.



Şekil 30. Saçılma Diyagramı Matrisi; MÖK: Matematik öz-yeterlik kaynakları, UY: Uzamsal Yetenek, MMB: Matematiksel Muhakeme Becerisi, MPB: Matematiksel Problem Çözme Becerisi, MB: Matematik Başarısı

4.1.3.3. Çoklu Doğrusal Bağlantı

Bağımsız değişkenler arasında güçlü ilişkilerin olmasına çoklu bağlantı (multicolinearity) adı verilmektedir. Çoklu doğrusal bağlantı değişkenler arasındaki korelasyonların (r> 0,90) yüksek olması durumunda ortaya çıkmaktadır. Yapısal eşitlik modellerinde çoklu doğrusal bağlantı probleminin olmadığı varsayılır. Modelde yer alan değişkenler arasında çoklu bağlantı problemi var ise, bu probleme neden olan değişkenlerden bir ya da daha fazlasının modelden çıkarılması tavsiye edilmektedir (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2010).

Tablo 24'te yapısal eşitlik modellemesinde yer alan değişkenler arasındaki korelasyon değerleri gösterilmiştir. Tablo incelendiğinde, değişkenler arasındaki korelasyon değerlerinin 0.9'u geçmediği görülmektedir. Bu sonuca göre, modelde yer alan değişkenler arasında çoklu bağlantının bulunmadığı söylenebilir. Diğer yandan literatürde çoklu bağlantı problemini test etmek için farklı yöntemlerin bulunduğu görülmektedir. Bu yöntemlerden birkaçı; varyans artış faktörlerinin (VIF=Variance Inflation Factor) incelenmesi, tolerans değerlerinin

(TV=Tolerance Value) ve durum indeksinin (CI= Condition Index) hesaplanmasıdır (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2010). Bu araştırmada değişkenler arasında çoklu bağlantı olup olmadığını belirlemek için bu üç yöntem kullanılmıştır. VIF'in 10'a eşit veya daha büyük olması (VIF ≥ 10), TV'nin 0,10'a eşit veya daha küçük olması (TV ≤ 0,10) ve CI'nın 30'a eşit veya daha büyük olması (CI ≥ 30) değişkenler arasında çoklu bağlantının olduğunu işaret etmektedir. Araştırmada elde edilen VIF değerleri 10'un altında, TV değerleri 0,10'dan büyük ve CI değerleri 30'dan küçük bulunmuştur (EK-2). Bu sonuçlara göre, araştırmada yer alan değişkenler arasında çoklu bağlantı probleminin olmadığı anlaşılmıştır.

Tablo 24. Modelde Yer Alan Değişkenler Arasındaki Korelasyon Değerleri

	Değişkenler	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Matematik Başarısı	-							
2	Problem Çözme	0.65**	-						
3	Muhakeme	0.59**	0.74**	-					
4	Uzamsal Görselleştirme	0.56**	0.58**	0.50**	-				
5	Zihinsel Çevirme	0.52**	0.59**	0.47**	0.72**	-			
6	Kişisel Deneyimler	0.57**	0.60**	0.54**	0.45**	0.36**	-		
7	Dolaylı Yaşantılar	0.45**	0.47**	0.41**	0.36**	0.30**	0.66**	-	
8	Sosyal İknalar	0.57**	0.58**	0.50**	0.41**	0.35**	0.82**	0.65**	-
9	Fizyolojik Durumlar	-0.50**	-0.52**	-0.47**	-0.46**	-0.41**	-0.67**	-0.52**	-0.55**

**p<0.01, N=470

4.1.3.4. Örneklem hacmi

Literatürde YEM analizi için gerekli minimum örneklem büyüklüğü ile ilgili farklı görüşler belirtilmiştir (Jayaram, Kannan ve Tan, 2004; Kline, 2011; Bentler ve Chou, 1987). Genel olarak, 100'den az örneklem hacmi küçük, 100-200 arası örneklem hacmi orta ve 200 den daha fazla örneklem hacmi ise büyük örneklem hacmi olarak tanımlanmıştır. Bununla beraber, oluşturulan modelin karmaşıklık düzeyine göre örneklem büyüklüğünün artırılması gerektiği de belirtilmiştir. Örneklem hacmi ile ilgili en çok kabul gören yaklaşımlardan biri, her bir ölçülen değişkenin en az 10 birime sahip olması ve örneklem hacminin 200'ün altına inmemesi gerektiğidir (Kline, 2011). Bu kriterler dikkate alınarak 470 öğrenci araştırmaya dâhil edilmiş ve YEM analizi için gerekli örneklem hacmi fazlası ile karşılanmıştır.

4.2. Yapısal Eşitlik Modeli Analizine İlişkin Bulgular

4.2.1. Yapısal Regresyon Modeli

İlgili literatür kapsamında geliştirilen modeli test etmek için yapısal eşitlik modellemesi türlerinden biri olan yapısal regresyon modeli kullanılmıştır. Model Amos programında maksimum olabilirlik tekniği ile analiz edilmiştir. Kullanılan model ile Problem Çözme, Muhakeme, Uzamsal Yetenek, Öz-yeterlik ve Matematik Başarısı arasındaki yordayıcı ilişkiler incelenmiştir.

Şekil 31'de test edilen yapısal regresyon modeli gösterilmiştir. Matematik öz-yeterlik kaynakları dışsal (eksojen); Matematik Başarısı, Uzamsal Yetenek, Matematiksel Problem Çözme ve Muhakeme Becerileri ise içsel (endojen) değişken olarak modelde yer almaktadır. Matematik öz-yeterlik kaynakları; Temel Yeterlikler, Dolaylı Yaşantılar, Sözel İknalar ve Fizyolojik Durumlar boyutlarından; Uzamsal Yetenek ise, Uzamsal Görselleştirme ve Uzamsal İlişkiler Yeteneklerinden oluşmaktadır. Modelde son değişken olan Matematik Başarısı ise; Sayılar, Olasılık, Geometri ve Cebir öğrenme alanlarını kapsamaktadır.

YEM analizlerinde rapor edilmesi ve yorumlanması tavsiye edilen 4 uyum iyiliği değeri bulunmaktadır. Bunlar; χ^2, Yaklaşık Hataların Karekökü (RMSEA), Standart Ortalama Hataların Kara Kökü (SRMR) ve Karşılaştırıcı Uyum İndeksi (CFI) uyum iyiliği değerleridir (Kline, 2011). χ^2 uyum iyiliği değerinin küçük olması modelin toplanan verilerle uyumlu olduğunun işaretidir. Ayrıca χ^2 değeri bir farklılık değeri olduğundan bu değerin anlamlı olması, test edilen modelin gerçek modelden anlamlı bir şekilde farklılaştığını ifade eder. Bu nedenle modelin uyumu için χ^2'nin anlamlı olmaması ve 5'ten küçük olması istenir. Fakat çoğu durumda bu ölçüt karşılanamaz. Bu durumda χ^2'nin serbestlik derecesine (df) bölünmesi ile elde edilen değere bakılır. χ^2/df'nin 5'ten küçük olması, χ^2'nin anlamlı dahi olsa, modelin uyumlu olduğunu gösterir (Kline, 2011). CFI ise, 0 ile 1 arası değişen değerler almaktadır. Bire yakın değerler kabul edilebilir uyumu gösterir ve daha yüksek CFI değerine sahip modelin daha güçlü uyum içinde olduğu söylenebilir (Hu ve Bentler, 1999).

Bir diğer önemli uyum iyiliği değerleri SRMR ve RMSEA'dır. Bu uyum iyilikleri 0 ile 1 arasında değişen değerler almaktadır. RMSEA ve SRMR uyum iyiliği değerlerinin 0,05'e eşit veya küçük olması mükemmel uyumu, 0,08'e kadar olan değerleri de kabul edilebilir uyumu gösterir (Kline, 2011).

Yukarıda açıklanan uyum iyiliği değerleri dışında Mutlak ve Koruyucu Uyum İyiliği başlığı altında; Uyum İyiliği İndeksi (GFI), Düzeltilmiş Uyum İyiliği İndeksi (AGFI), Sıkılık Normlaştırılmış Uyum İndeksi (PNFI), Sıkılık Karşılaştırıcı Uyum İndeksi (PCFI), Normlaştırılmış Uyum İndeksi (NFI) gibi farklı uyum iyiliği değerleri de bulunmaktadır. Bu çalışmada test edilen modele ilişkin Mutlak ve Koruyucu uyum iyiliği değerleri de incelenmiştir. İncelenen değerler Tablo 25'te gösterilmiştir.

Tablo 25. Yapısal Regresyon Modeline İlişkin Uyum Değerleri

Uyum Ölçütleri	Kabul Edilebilir Uyum	Elde Edilen Uyum
Ki-Kare (χ^2) (Chi-Squared)	Anlamsız	720,338 P< 0,001
Normlaştırılmış Ki-Kare (NC) (Normed Chi-Squared)	NC≤5	1,736
Yaklaşık Hataların Ortalama Kara Kökü (RMSEA) (Root Mean Square Error of Approximation)	RMSEA≤0,08	0,04
Standart Ortalama Hataların Kara Kökü (SRMR) (Standardized Root Mean Square Residual)	SRMR≤0,08	0,04
Karşılaştırıcı Uyum İndeksi (CFI) (Comparative Fit Index)	CFI≥0,95	0,95
Fazlalık Uyum İndeksi (IFI) (Incremental Fit Index)	IFI≥0,90	0,95
Mutlak Uyum İndeksleri		
Uyum İyiliği İndeksi (GFI) (Goodness of Fit Index)	GFI≥0,85	0,91
Düzeltilmiş Uyum İyiliği İndeksi (AGFI) (Adjusted Goodness of Fit Index)	AGFI≥0,85	0,89
Koruyucu Uyum İndeksi		
Sıkılık Normlaştırılmış Uyum İndeksi (PNFI) (Parsimony Normed Fit Index)	Olabildiğince Yüksek	0,79
Sıkılık Karşılaştırıcı Uyum İndeksi (PCFI) (Parsiony comparative fit index)	Olabildiğince Yüksek	0,85
Normlaştırılmış Uyum İndeksi (NFI) (Normed Fit Index)	NFI≥0,90	0,90

Tablo 25'te yer alan uyum değerleri incelendiğinde, genel olarak, modelin kabul edilebilir düzeyde uyum değerlerine (NC=1,736; RMSEA=0,04; SRMR=0,04; CFI=95; IFI=0,95; GFI=0,91; AGFI=0,89; NFI=0,90) sahip olduğu anlaşılmaktadır (Bollen, 1989; Browne ve Cudeck, 1993; Byrne, 2010; Hu and Bentler, 1999; Kline, 2011; Tanaka ve Huba, 1985). Geliştirilen ve test edilen yapısal regresyon modeli şekil 31'de yer almaktadır. Modelde istatistiksel olarak anlamsız bulunan tek yol kesik çizgiler ile gösterilmiştir. Ayrıca, modelde yer alan bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki doğrudan ve dolaylı etkiler, Tablo 26'da özetlenmiştir.

Tablo 26. Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler Arasındaki Toplam Etkiler

Yordayıcı Değişken	Bağımlı Değişken	Toplam Etki [a]	Doğrudan Etki	Dolaylı Etki	Standart Hata	Kritik Oran (t)
Öz-yeterlik Kaynakları	Muhakeme Becerisi	0.632	0.632	-	<0.001	10.93***
	Problem Çözme Becerisi	0.739	0.205	0.533	<0.001	4.27***
	Uzamsal Yetenek	0.544	0.238	0.306	0.001	3.91***
	Matematik Başarısı	0.736	0.280	0.457	<0.001	4.43***
Muhakeme Becerisi	Uzamsal Yetenek	0.484	0.484	-	0.301	6.78***
	Problem Çözme Becerisi	0.747	0.621	0.126	0.103	7.46***
	Matematik Başarısı	0.449	0.031	0.418	0.151	0.15*
Uzamsal Yetenek	Problem Çözme Becerisi	0.260	0.260	-	0.014	4.81***
	Matematik Başarısı	0.358	0.244	0.114	0.013	3.32***
Problem Çözme Becerisi	Matematik Başarısı	0.439	0.439	-	0.072	4.36***

[a] :Toplam Etki = Doğrudan Etki + Dolaylı Etki, ***p<0.001; *p>0.05

Yapısal regresyon modeli analiz sonuçlarına göre, Matematik öz-yeterlik kaynakları uzamsal yeteneği (β=0,202, p<0.01), matematik başarısını (β=0.280, p<0.001), matematiksel problem çözme (β=0.205, p<0.001) ve muhakeme becerilerini (β=0.632, p<0.001) doğrudan pozitif yönlü etkilemektedir. Özellikle Matematik öz-yeterlik kaynaklarının matematiksel muhakeme becerisine doğrudan pozitif yönlü önemli bir etkisi (β=0.632, p<0.001) bulunmaktadır. Modelde Matematik öz-yeterlik kaynaklarının dolaylı etkileri incelendiğinde, Matematik öz-yeterlik kaynaklarının matematiksel problem çözme becerisine (β=0.533), Uzamsal Yeteneğe (β=0.306) ve Matematik Başarısına (β=0.457) dolaylı ve pozitif yönlü etkisinin de bulunduğu anlaşılmaktadır. Matematik öz-yeterlik kaynaklarının Problem Çözme becerisi üzerindeki toplam etkisi 0.739; Muhakeme Becerisi üzerindeki toplam etkisi 0.632;

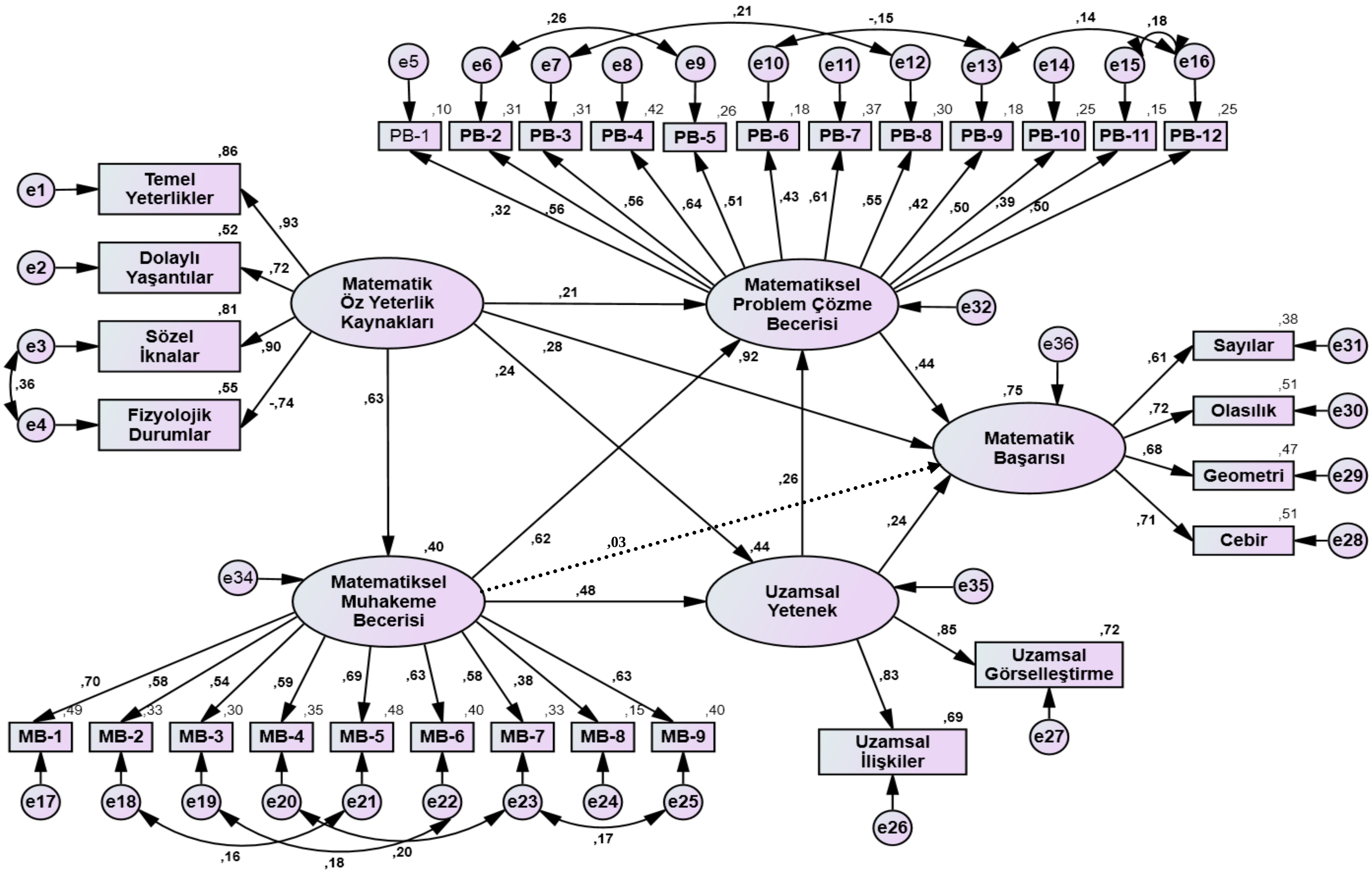
Uzamsal Yetenek üzerindeki toplam etkisi 0.544 ve Matematik Başarısı üzerindeki toplam etkisi 0.736 olarak hesaplanmıştır. Buna göre, Matematik öz-yeterlik kaynaklarının matematiksel beceriler ve matematik başarısı için oldukça önemli bir değişken olduğu anlaşılmaktadır.

Modelde Matematiksel Muhakeme Becerisinin, Problem Çözme Becerisini ($\beta=0.621$, $p<0.001$) ve Uzamsal Yeteneği ($\beta=0.484$, $p<0.001$) doğrudan ve pozitif yönlü etkilediği görülmektedir. Diğer yandan Matematiksel Muhakeme Becerisinin matematik başarısına doğrudan pozitif yönlü fakat anlamlı olmayan çok küçük bir etkisinin ($\beta=0.031$, $p>0.05$) de bulunduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte Matematiksel Muhakeme Becerisinin Problem Çözme Becerisine ($\beta=0.126$, $p<0.001$) ve Matematik başarısına ($\beta=0.418$) dolaylı ve pozitif yönlü bir etkisi söz konusudur. Modelde, Muhakeme Becerisinin Uzamsal Yeteneğe toplam etkisi 0.484; Matematik Başarısına toplam etkisi 0.449 ve Problem Çözme Becerisine toplam etkisi 0.747 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, Matematik öz-yeterlik kaynaklarının Matematiksel Muhakeme Becerisindeki değişimin yaklaşık %40'ını açıkladığı anlaşılmaktadır.

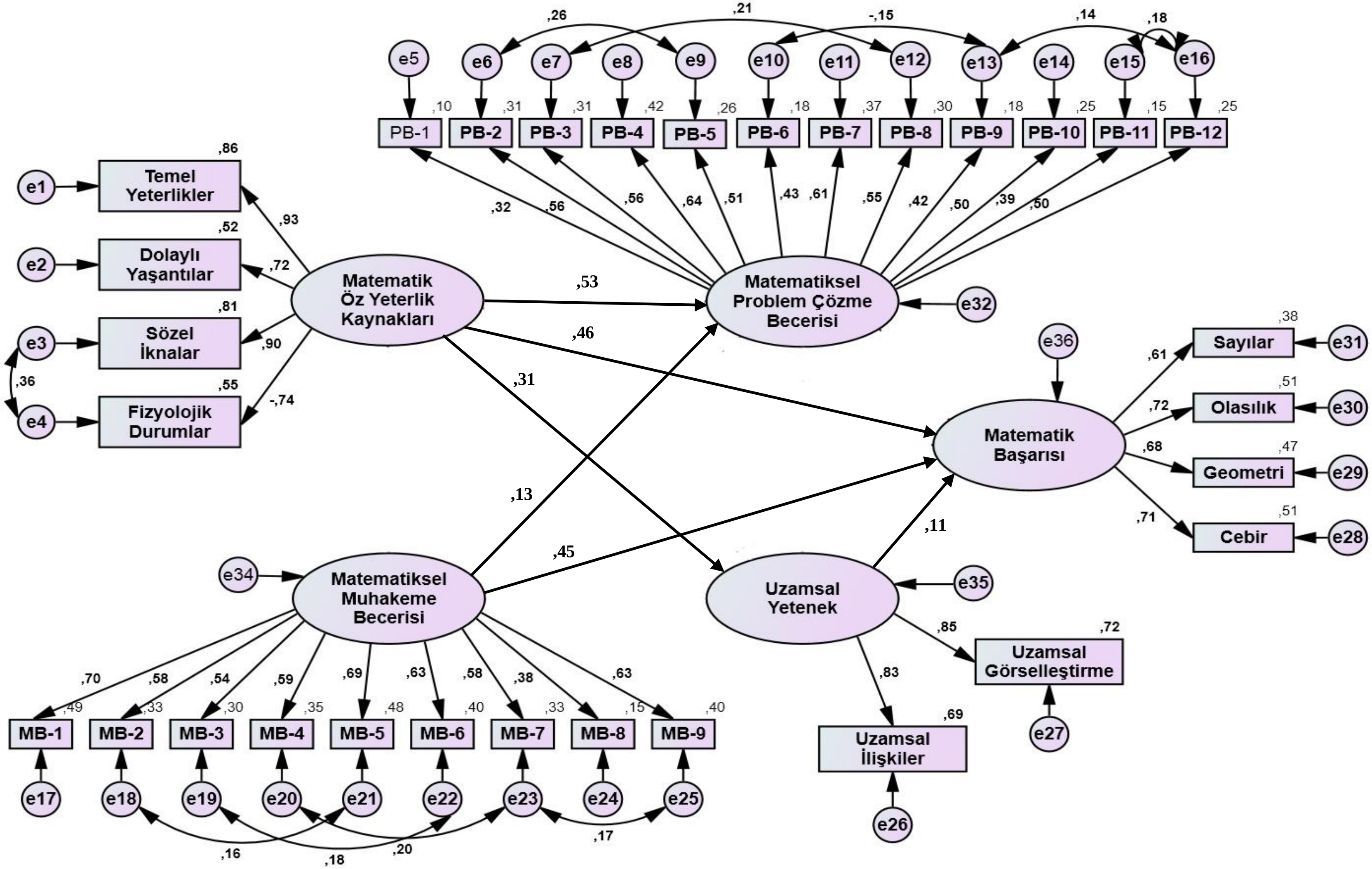
Modelde yer alan bir başka bilişsel değişken Uzamsal Yetenektir. Modelde Uzamsal Yetenek, Problem Çözme Becerisini ($\beta=0.260$, $p<0.001$) ve Matematik Başarısını ($\beta=0.358$, $p<0.001$) doğrudan ve pozitif yönlü etkilemektedir. Bununla birlikte modelde Uzamsal Yeteneğin, Problem Çözme Becerisi Üzerinden Matematik Başarısına ($\beta=0.114$) dolaylı ve pozitif yönlü etkisinin de bulunduğu anlaşılmaktadır. Uzamsal Yeteneğin Problem Çözme Becerisine toplam etkisi 0.260, Matematik Başarısına toplam etkisi ise 0.358 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca modelde, uzamsal yeteneği etkileyen Matematik öz-yeterlik kaynaklarının ve Matematiksel Muhakeme Becerisinin Uzamsal Yetenekteki değişimin yaklaşık %44'ünü açıkladığı anlaşılmıştır.

Modelde yer alan bir diğer aracı değişken Problem Çözme Becerisidir. Modelde Problem Çözme Becerisi sadece Matematik Başarısını etkilemektedir. Problem Çözme Becerisinin Matematik Başarısına ($\beta=0.439$, $p<0.001$) doğrudan ve pozitif yönlü bir etkisi söz konusudur. Modelde Problem Çözme Becerisine doğrudan ve dolaylı etkileri bulunan Matematik öz-yeterlik kaynakları, Matematiksel Muhakeme Becerisi ve Uzamsal Yeteneğin Problem Çözme Becerisindeki değişimin yaklaşık %92'sini açıkladığı anlaşılmaktadır. Bu sonuca göre, Matematiksel Muhakeme Becerisinin, Uzamsal Yeteneğin ve Matematik öz-yeterlik kaynaklarının Problem Çözme Becerisi üzerinde oldukça önemli bir etkiye sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Modelde son değişken Matematik Başarısıdır. Matematik Başarısı üzerinde doğrudan ve dolaylı etkileri bulunan Matematik öz-yeterlik kaynaklarının, Uzamsal Yeteneğin, Matematiksel Muhakeme ve Problem Çözme Becerilerinin Matematik Başarısındaki değişimin yaklaşık %75'ini açıkladığı anlaşılmaktadır. Bu sonuca göre, modelde yer alan bilişsel becerilerin Matematik öz-yeterlik kaynakları ile birlikte Matematik Başarısı üzerinde oldukça önemli bir etkiye sahip olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 31. Doğrudan Etkileri Gösteren Yapısal Eşitlik Modeli, n=470; χ^2=720,34; df= 415.



Şekil 32. Dolaylı Etkileri Gösteren Yapısal Eşitlik Modeli, n=470; χ^2=720,34; df= 415.

4.2.2. Etki Büyüklüğü

Literatürde etki büyüklüğü değerlerinin hesaplanmasında farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Bu araştırmada modelde bulunan her bir yapısal eşitliğe ait etki büyüklüğünü hesaplamak için Cohen'in önerdiği yöntem kullanılmıştır. Cohen (1988), Regresyon analizleri ve doğrusal modeller için etki büyüklüğünün hesaplanmasında standartlaştırılımış etki büyüklüğü (f^2) değerinin hesaplanmasını önermiştir. f^2 değeri, çoklu korelasyon katsayısının (R^2), birden çıkarılan değerine ($1–R^2$) bölünmesi ile elde edilmektedir ($f^2 = R^2/(1 - R^2)$). Cohen'nin (1988) sınıflandırmasına göre, $0.02 \leq f^2 < 0,15$ değeri küçük etkiyi, $0.15 \leq f^2 < 0.35$ değeri orta etkiyi, $0.35 \leq f^2$ değeri ise geniş etkiyi göstermektedir. Bu değerler R^2 için dönüştürüldüğünde; $0.02 \leq R^2 < 0.13$ değeri küçük etkiyi, $0.13 \leq R^2 < 0.26$ değeri orta etkiyi, $0.26 \leq R^2$ değerler ise geniş etkiyi göstermektedir. Tablo 27'de modelde yer alan her bir yapısal eşitlik için hesaplanan etki büyüklük değerleri gösterilmiştir. Yukarıdaki sınıflamalara göre, Matematiksel Problem Çözme ($R^2 = 0.92$, $f^2 = 5.51$) ve Matematik Başarısına ($R^2 = 0.75$, $f^2 = 1.29$) ait yapısal eşitlikler için hesaplanan etki değerleri geniş; Matematiksel Muhakeme ($R^2 = 0.40$, $f^2 = 0.19$) ve Uzamsal Yeteneğe ($R^2 = 0.44$, $f^2 = 0.24$) ait yapısal eşitlikler için hesaplanan etki değerleri ise orta derecede etkiyi göstermektedir.

Tablo 27. Her Bir Yapısal Eşitlik İçin Hesaplanan Etki Büyüklük Değerleri

Yapısal Eşitlik	R^2	f^2	Etki Düzeyi
Matematiksel Muhakeme	0.40	0.19	Orta
Matematiksel Problem Çözme	0.92	5.51	Geniş
Uzamsal Yetenek	0.44	0.24	Orta
Matematik Başarısı	0.75	1.29	Geniş

4.2.3. Güç Analizi

Hipotez testleri teorik olarak belirlenmiş bir modelin örnek varyans kovaryans verisine bağlı uyumunu doğrulamayı amaçlar. Bu doğrulama, yapısal katsayıların anlam derecesini test ederek ya da gruplar arası katsayıların eşitliğini test ederek gerçekleştirilir. Başlangıç modeli yokluk hipotezini (H_0), sonuç modeli ise alternatif hipotezi (H_1) temsil eder. Her model bir X^2 uyum değeri ve anlamlılığı test etmek için X^2 değerleri arasındaki farkı üretir. Matematiksel olarak bu fark (D^2=$X_a^2 - X_0^2$; df_d=df_0-df_a) belli bir alfa değeri için test edilir. Öyle ki D^2 kritik df_d serbestlik dereceli X^2 değerini aşarsa H_0 hipotezi reddedilir (Schumacker ve Lomax, 2004). Bu çalışmada gerçekleştirilecek işlemler için alfa değeri 0,05 olarak alınmıştır.

Hipotez testinin gücü, gerçek popülasyon modeli, anlamlılık düzeyi, serbestlik derecesi ve örneklem büyüklüğüne bağlı olarak, H_0 hipotezi yanlış iken H_0 hipotezini reddetme olasılığıdır (Schumacker ve Lomax, 2004). MacCallum, Brown ve Sugawara (1996, s. 142) 0,80'lik gücü sağlayacak gerekli minimum katılımcı sayısını gösteren bir tahmin tablosu üretmişlerdir. Bu tabloda her bir serbestlik derecesi için alfa 0,05 anlamlılık düzeyinde gerekli minimum katılımcı sayısı yer almaktadır. Örneğin bu tabloya göre, iyi uyum için serbestlik derecesinin 20 ve katılımcı sayısının 300 olması önerilmiştir. Bu çalışmada hipotez testinin serbestlik derecesi 415 ve örneklem büyüklüğü 470'dir. Önerilen tabloya göre bu değerlere ilişkin güç tahmin değeri 1.00'a denk gelmektedir.

5. BÖLÜM

Sonuç Tartışma ve Öneriler

5.1. Öz-yeterlik

Modelde Matematik öz-yeterlik kaynaklarının; muhakeme becerisini doğrudan, uzamsal yeteneği, matematik başarısını ve problem çözme becerisini hem doğrudan hem de dolaylı olarak pozitif yönde etkilediği belirlenmiştir. Modelde öz-yeterlik kaynakları; Bandura'nın (1997) da ifade ettiği gibi, kişisel deneyimler, dolaylı yaşantılar, sosyal iknalar ve fizyolojik durumlardan oluşmaktadır. Bu kaynaklara bağlı olarak belirlenen matematiksel öz-yeterlik; uzamsal yetenek, matematik başarısı, matematiksel muhakeme ve problem çözme becerileri üzerinde pozitif yönlü ve anlamlı bir etkiye sahip olduğu anlaşılmıştır. Yani araştırmaya katılan ortaokul öğrencilerinin; kişisel deneyimlerinin (başarıları, ödev performansları, yaptığı projeler) yanı sıra model aldığı kişiler (akranları, öğretmenleri, ebeveynleri), cesaretlendirici sözler (öğretmenin ve ebeveynlerin ikna edici sözleri ve değerlendirmeleri) ve psikolojik durumlar (kaygı, stres, bitkinlik ve olumsuz ruh hali) matematiksel beceriler üzerinde üzerinde oldukça önemli bir etkiye sahiptir.

Literatürdeki bulgular araştırmanın sonucunu desteklemektedir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde; öz-yeterlik inancının matematiksel problem çözme performansı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu anlaşılmaktadır. (Hoffman ve Spatariu, 2008; Collins, 1982, akt. Schunk ve Pajares, 2009, s. 39; Pajares ve Miller, 1994; Pajares, 1996; Pajares ve Kranzler, 1995; Güven ve Cabakcor, 2012; Kitsantas, Cheema ve Ware, 2011). Örneğin Collins (1982), yapmış olduğu çalışmada matematik yeteneğinin ve öz-yeterlik inancının problem çözme başarısı ve çabası üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu doğrultuda öğrencileri matematik yeteneği yüksek, orta ve düşük olmak üzere üç gruba ayırmıştır. Bu üç grupta yer alan öğrencileri de öz-yeterlik inançları yüksek ve düşük olmak üzere iki şekilde tanımlamıştır. Araştırma sonucunda matematik yeteneğinin problem çözme başarısını pozitif yönde etkilediği belirlenmiştir. Diğer yandan araştırmaya katılan öğrencilerin matematik yetenekleri dikkate alınmadan öz-yeterlik inançlarına göre karşılaştırılma yapıldığında, öz-yeterlik inancı yüksek olan öğrencilerin problem çözme başarıları ve çabaları daha yüksek bulunmuştur. Elde edilen bu sonuç, öz-yeterlik inancının problem çözme performansının önemli bir belirleyicisi olduğunu işaret etmektedir (Akt. Schunk ve Pajares, 2009, s. 39). Pajares ve Kranzler (1995) ise geliştirmiş oldukları bir yol analizi modeli ile öz yeterliğin matematiksel problem çözme becerisi üzerinde önemli bir etkisinin bulunduğunu ortaya koymuştur ($\beta=0.349$, $p<0.05$). Güven ve Cabakcor (2012) de öz-yeterlik ve problem çözme başarısı arasında orta düzeyde bir ilişkinin ($r=0.525$) bulunduğunu belirtmiştir.

Literatürde öz-yeterlik inancının ve öz-yeterliği oluşturan kaynakların matematik başarısı üzerinde önemli bir etkisinin bulunduğunu belirten çalışmalar da mevcuttur (Alcı, Erden ve Baykal, 2010; Lent, Lopez ve Bieschke, 1991; Lopez ve diğerleri, 1997; Pietsch, Walker ve Chapman, 2003; Stevens, Olivárez ve Hamman, 2006; Chen, 2003; Chen ve Zimmerman, 2007; Üredi ve Üredi, 2005; Gainor ve Lent, 1998; Williams ve Williams, 2010; Hoffman ve Spatariu, 2008; Yıldırım, 2011; Usher, 2009). Örneğin Üredi ve Üredi (2005), öz-yeterliğin matematik başarısının anlamlı ve pozitif bir yordayıcısı olduğunu belirtmiştir ($\beta=0.391$, $p<0.05$). Stevens ve diğerleri (2006) bilişsel, motivasyonel ve duygusal verilerin matematik başarısı üzerindeki etkilerini incelemek için gerçekleştirmiş oldukları yol analizi çalışmasında, öz-yeterlik inancının matematik performansının anlamlı ve pozitif bir yordayıcısı olduğunu belirlemiştir ($\beta=0.27$; $p<0.05$). Usher (2009) ise yapmış olduğu nitel bir araştırma ile ortaokul öğrencilerinin matematik öz-yeterlik kaynaklarını incelemeyi amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda matematik başarısı yüksek ve düşük öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılarak öğrencilerin matematikte kendilerini değerlendirmeleri sağlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, öğrencilerin matematik yeterlikleriyle ilgili ifade ettikleri duygu ve düşüncelerin öz-yeterliğin dört kaynağına (kişisel deneyim, dolaylı yaşantılar, sosyal iknalar ve fizyolojik durumlar) dayandığı anlaşılmıştır. Araştırma sonunda öğrencilerin öz-yeterlik inançlarının matematik başarısı ile yakından ilişkili olduğu vurgulanmıştır.

Diğer yandan öz-yeterlik inancının uzamsal yetenek (Kinsey, Towle, O'Brien ve Bauer, 2008; Towle ve diğerleri, 2005) ve muhakeme becerisi (Lawson, Banks ve Logvin, 2007) ile ilişkili olduğunu gösteren çalışmalar az da olsa mevcuttur. Örneğin Towle ve diğerleri (2005), yapmış oldukları araştırmada öz-yeterlik inancı ile uzamsal yetenek arasında pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişki bulmuştur ($r=0.283$, $p<0.001$). Literatürdeki çalışmaların sonuçlarına paralel olarak, bu çalışmada elde edilen bulgular da öz-yeterlik inancının uzamsal yetenek ve matematiksel muhakeme becerisini pozitif yönlü ve anlamlı bir şekilde etkilediğini göstermiştir.

Schunk ve Pajares (2009) yapılan ilişkisel çalışmalarda öz-yeterlik ve performans arasındaki ilişkinin 0.49 ile 0.70 arasında değişen değerler aldığını; yol analizi ile gerçekleştirilen çalışmalarda ise öz-yeterlik ve performans arasındaki doğrudan etkilerin $\beta=0.349$ ile $\beta=0.545$ arasında değişen değerler aldığını belirtmiştir. Bu sonuçlara bağlı olarak, öz-yeterliliğin performansın yaklaşık %25'ini açıkladığı ifade edilmiştir. Ayrıca Multon, Brown ve Lent (1991), yapmış oldukları meta analiz çalışması sonucunda öz yeterliliğin performansın yaklaşık %14'ünü açıkladığını ortaya koymuştur. Literatürdeki çalışmalar (Chen, 2003; Chen ve Zimmerman, 2007; Fadlelmula, 2011; Pajares ve Kranzler, 1995; Pajares ve Miller, 1994; Pietsch, Walker ve Chapman, 2003; Renga ve Dalla, 1993; Shunk, 2011; Zimmerman, Bandura ve Martinez-Pons, 1992; Multon, Brown ve Lent, 1991) ve bu araştırmanın sonucu, öz-yeterlik inancının farklı akademik görev ve performanslar için bir belirleyici olduğunu desteklemektedir.

Araştırmada elde edilen betimsel bulgulara göre, araştırmaya katılan ortaokul öğrencilerinin öz-yeterlik inançlarının istenen düzeyde olmadığı anlaşılmıştır. Bandura (1997) öz yeterliği yüksek bireylerin; zorluk derecesi yüksek olan etkinlikleri tercih etmeye, başarıya ulaşmak için uzun süre çaba göstermeye ve zor görevler için uzun süreli kararlılık sergilemeye daha eğilimli olduklarını ifade etmiştir. Bu bireylerin içinde bulundukları motivasyonel durumun onların daha iyi öğrenmelerine ve başarıya ulaşmalarına yardımcı olduğunu belirtmiştir. Dolayısıyla öz-yeterlik inancının geliştirilmesi oldukça önemlidir. Schunk ve Pajares'e (2009) göre, öz-yeterlik inancı bir takım eğitsel ve sosyal yöntemleri içine alan etkinlikler ile geliştirilebilir. Bu etkinlikler; ulaşabilecek belirli hedefler kazandırmak, sosyal modellerin görülüp izlenebileceği ortamlar oluşturmak, performanslar hakkında geri dönüt vermek, öğrenme stratejilerini öğretmek, kendini ifade etme becerisi kazandırmak, öğrenme sürecinin niteliği ile başarı arasındaki ilişkiyi fark ettirmek, kendini izleme ve değerlendirme becerileri kazandırmak olarak sıralanmıştır. Ayrıca yapılan bazı nitel ve nicel çalışmalarda öz-düzenleme becerisi ile öz-yeterlik inancının ilişkili olduğu (Bandura, 1986; Usher, 2009) ve öz-düzenleme becerilerinin öğretimi ile öz-yeterlik inancının artırılabileceği vurgulanmıştır. (Zimmerman ve Schunk, 2008; Zimmerman ve Kitsantas, 1999). Öz-düzenleme, öz yönetime dayalı olarak zihinsel yeteneklerin hedeflerle ilişkilendirilmiş akademik becerilere dönüştürülme sürecini ifade etmektedir (Zimmerman, 2002, s. 65). Zimmerman’a (1986) göre öz-düzenlemeli öğrenciler, bilişsel, motivasyonel ve davranış olarak öğrenme süreçlerinde aktif olan bireylerdir. Bu öğrenciler öğrenme hedeflerine ulaşmak için kendi düşüncelerini, hislerini ve hareketlerini oluşturabilirler. Pintrich’e (1995) göre ise öz-düzenlemeli öğrenciler, davranışlarını, motivasyon ve etkilerini, bilişlerini kontrol etme eğilimi içerisindedirler. Dolayısı ile öz-düzenleme becerisine sahip olan birey, kendi öğrenme hedeflerini oluşturarak onları planlayabilir, değerlendirebilir ve hedeflerini gerçekleştirme düzeyine göre kendine dönüt verebilir. Bu sayede de öz-düzenleme ile bireyin öğrenme hedefleri üzerindeki kontrol gücü artmaktadır. Bu durum da bireyin akademik öz-yeterlik inancını olumlu yönde etkilemektedir (Zimmerman ve Bandura, 1994).

5.2. Uzamsal Yetenek

Modelde uzamsal yeteneğin problem çözme becerisini ve matematik başarısını doğrudan pozitif yönlü etkilediği belirlenmiştir. Ayrıca modelde uzamsal yetenek, matematik başarısını problem çözme becerisi üzerinden dolaylı olarak da etkilemektedir. Literatürdeki çalışmalar elde edilen bulguları desteklemektedir. Yapılan çalışmalarda uzamsal yeteneğin matematik başarısı (Delialioğlu ve Aşkar, 1999; Guay ve McDaniel, 1977; Kayhan, 2005; Prugh, 2012; Fennema ve Tartre, 1985) ve problem çözme beceri (Battista, 1990; Hegarty ve Kozhevnikov, 1999; Smith, 1964; Prugh, 2012; Booth ve Thomas, 1999; Markey, 2009; Hegarty ve

Waller, 2005; Karaaslan, Karaaslan ve Delice, 2012; Van Garderen ve Montague, 2003) ile pozitif yönde ilişkili olduğunu gösteren birçok çalışma bulunmaktadır. Örneğin Kayhan (2005), gerçekleştirmiş olduğu araştırmada uzamsal yetenek ile matematik başarısı arasındaki korelasyon değerinin 0.30 ile 0.68 arasında ($p<0.05$) değişen değerler aldığını tespit etmiştir. Benzer şekilde Delialioğlu ve Aşkar (1999) da uzamsal yetenek ve matematik başarısı arasında pozitif yönlü ve anlamlı ($r=0.36$, $p<0.05$) bir ilişki bulmuştur.

Uzamsal yetenek ve Problem çözme becerisi arasındaki ilişkiyi inceleyen Markey (2009), uzamsal muhakeme becerisi ile matematik ve geometri problemlerini çözme becerisi arasında pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişki bulmuştur. Benzer şekilde Battista (1990) da uzamsal görselleştirme ile geometri problem çözme becerisi arasında anlamlı bir ilişkinin bulunduğunu belirtmiştir. Van Garderen ve Montague (2003) ise öğrencilerin problemlerin çözümü için oluşturdukları görselleştirmelerin düzeyleri ile matematiksel problem çözme performansları arasında pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişkinin olduğunu belirtmiştir. Yapılan deneysel çalışmalar bu görüşü destekler niteliktedir. Uzamsal tasvir yeteneğinin problem çözme becerisi ile oldukça yüksek düzeyde bir ilişkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Wheatley, Brown ve Solano, 1994). Ayrıca NCTM (2000), uzamsal düşünme yeteneğinin, öğrencilerin görselleştirmeler yapabilmesi, üç boyutlu düşünebilmesi, akıl yürütebilmesi ve geometrik modeller kullanarak problemler çözebilmesi için gerekli bir beceri olduğunu vurgulamıştır. Problem çözme becerisi ile uzamsal yetenek arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların ulaştıkları bulguların ortak noktası; etkili problem çözme becerisine sahip öğrencilerin, problemin çözümünde görselleştirme ve tasvir etme yöntemini etkili bir şekilde kullandıklarıdır. Yani problem çözmede görselleştirme becerisi oldukça önemlidir ve görselleştirme becerisi uzamsal yetenek ile doğrudan ilişkilidir.

Matematik öz-yeterlik kaynakları ve muhakeme becerisinin uzamsal yeteneğin yaklaşık %44'ünü açıklaması, araştırmada elde edilen bir diğer önemli bulgudur. Bu bulguya göre hesaplanan etki büyüklüğü değeri ($f^2=0.24$), matematik öz-yeterlik kaynaklarının ve muhakeme becerisinin uzamsal yetenek üzerinde orta düzeyde ve önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Araştırmada elde edilen betimsel bulgulara göre, araştırmaya katılan ortaokul öğrencilerinin uzamsal yeteneklerinin yeterli düzeyde olmadığı anlaşılmıştır. Matematik başarısını ve problem çözme becerisini önemli ölçüde etkileyen uzamsal yeteneğin geliştirilmesi oldukça önemlidir. Çeşitli araştırmacılar tarafından devlet okullarının programlarında uzamsal yeteneği geliştirmek için gerekli pratik ve deneyimlere yeteri kadar yer verilmediği ifade edilmiştir (Hoffer ve Hoffer, 1992; McGee, 1979). Ülkemizde ise ilköğretim 6,7, ve 8. sınıf matematik öğretim programı incelendiğinde uzamsal yetenek ile doğrudan ilişkili üç kazanımın bulunduğu anlaşılmaktadır. Bu kazanımlar matematik öğretim programında şu şekilde belirtilmiştir.

- Eş küplerle oluşturulmuş yapıların farklı yönlerden görünümlerini çizer (6. sınıf),
- Yüzlerinin farklı yönlerden görünümlerine ait çizimleri verilen yapıları, birim küplerle oluşturur ve izometrik kâğıda çizer (7. sınıf),
- Çizimleri verilen yapıları çok küplülerle oluşturur, çok küplülerle oluşturulan yapıların görünümlerini çizer (8. sınıf).

Yukarıda geçen kazanımların uzamsal yeteneğin uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme boyutları ile ilişkili olduğu söylenebilir. Bu boyutlar birçok araştırmacının uzamsal yeteneği tanımlamada kullandığı bileşenlerdir (McGee, 1979; Kimura, 1999; Lohman, 1993; Clements ve Douglas, 1998). Bu kazanımların gerçekleştirilmesinde uygulanan etkinliklerin uzamsal düşünme becerisinin geliştirilmesinde yeterli olup olmadığı tartışma konusudur. Çünkü ülkemizde yapılan çalışmalar ilköğretim öğrencilerinin uzamsal düşünme becerilerinin oldukça düşük seviyede olduğunu göstermiştir (Turğut, 2007). Yapılan araştırmaların sonuçlarına göre, ilköğretim ve ortaöğretim müfredatlarında yer alan kazanımların ve etkinliklerin, uzamsal düşünme becerisinin geliştirilmesinde yetersiz kaldığı anlaşılmıştır (Kayhan 2005; Kakmacı, 2009; Turğut, 2007; Yurt, 2011). Bu durum ülkemizin de katıldığı uluslararası sınavlara yansımaktadır. Örneğin ilköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin katıldığı TIMSS 2008 ve TIMSS 2011 sınavlarında öğrencilerin geometri ortalamalarının uluslararası ortalamanın altında kaldığı görülmüştür (Mullis, vd., 2009; Mullis, vd., 2012). İlköğretim öğrencilerinin uzamsal düşünme becerilerinin geliştirilmesinde ilköğretim ve ortaöğretim programlarında yer alan kazanımların ve etkinliklerin geliştirilerek zenginleştirilmesi gerekmektedir.

Literatürde uzamsal yeteneğin geliştirilmesine yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde; sanal ortamların (Boyraz, 2008; McClurg ve Chaillé, 1987; Rafi, Samsudin ve Ismail, 2006; Yıldız, 2009; Yurt ve Sünbül, 2012) ve somut nesnelerin (Çakmak, 2009; Boakes, 2009; Bakker, 2008; Yurt ve Sünbül, 2012; Yıldız, 2009) uzamsal becerilerin geliştirilmesinde kullanılan iki önemli araç olduğu anlaşılmaktadır. Sanal ortam olarak, bilgisayar oyunları ve bazı spesifik yazılımlar kullanılırken; somut nesne olarak origami, tridio, sabit ve geçmeli küplerin kullanıldığı anlaşılmaktadır. Ayrıca uzamsal yeteneğin geliştirilmesinde bazı çizim aktiviteleri (Field, 1994; Tsutsumi, 2005; Olkun, 2003; Rafi, Samsudin ve Ismail, 2006) ve spor faaliyetleri (Pietsch ve Jansen, 2012; Tracy, 1987) de yapılabilmektedir.

Literatürde uzamsal becerilerin geliştirilmesinde kullanılan materyallerin (sanal ortamlar ve somut nesneler) ilköğretim matematik öğretim programında bulunan materyallere dâhil edilerek kullanılması, uzamsal becerilerin daha etkili bir şekilde geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Ayrıca, bu materyallerin etkili ve doğru bir şekilde kullanılması için öğretmenlere hizmet içi eğitim seminerlerinin verilmesinde fayda vardır.

5.3. Problem Çözme

Modelde problem çözme becerisinin matematik başarısına doğrudan ve pozitif yönlü bir etkisinin bulunduğu anlaşılmıştır. Literatürdeki birçok çalışma elde edilen bu bulguyu destekler niteliktedir (Arsal, 2009; Özsoy, 2005; Alcı, Erden ve Baykal, 2010; Saygı, 1990; Pape ve Wang, 2003; Güven ve Cabakcor, 2012; Günhan ve Başer, 2008). Örneğin Özsoy (2005), ilköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin matematik başarıları ile problem çözme becerileri arasında oldukça yüksek düzeyde bir ilişki ($r=0.85$, $p<0.01$) bulmuştur. Benzer şekilde Pape ve Wang, (2003) da problem çözme ve matematik başarısı arasında yüksek düzeyde bir ilişki ($r=0.72$, $p<0.001$) bulmuştur. Bu araştırmanın sonucu ve literatürdeki çalışmalar problem çözme becerisinin matematik başarısı üzerinde oldukça önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Ayrıca araştırmada matematik öz-yeterlik kaynaklarının, muhakeme becerisinin ve uzamsal yeteneğin birlikte problem çözme becerisinin yaklaşık %92'sini açıkladığı anlaşılmıştır. Bu bulguya göre hesaplanan etki büyüklüğü değeri (f^2=5.51), Matematik öz-yeterlik kaynaklarının, muhakeme becerisinin ve uzamsal yeteneğin, problem çözme becerisi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Diğer yandan elde edilen betimsel bulgular, araştırmaya katılan ortaokul öğrencilerinin problem çözme becerilerinin yeterli düzeyde olmadığını göstermiştir. Problem çözme becerisi, ilköğretim 6-8 matematik öğretim programında hem ortak hem de alana özgü beceriler arasında yer almaktadır. Matematik Öğretim Programında, öğrencinin yaşamında karşısına çıkabilecek zorlukların üstesinden gelebilemesi için problem çözme becerisine sahip olması gerektiği vurgulanmıştır. Matematik öğretim programında problem çözme becerisinin alt süreçleri, Polya'nın (1957) tanımlamış olduğu problem çözme adımlarına göre tanımlanmıştır. Programda yer alan problem çözme becerisinin alt süreçleri şu şekildedir:

a) Problemin anlaşılması, gerekirse alt basamakların ya da problemin köklerinin bulunması,

b) Problemi uygun şekilde çözmek için planlama yapma, işlemler sırasında çalışmaların gözlenmesi, gerektiğinde stratejilerin ve planların değiştirilmesi,

c) Yöntemlerin sınanması,

d) Çözüm aşamasında elde edilen veri ve bilgilerin değerlendirilmesi, çözüme ulaşılınca çözümün anlamlılığının ve işe yararlılığının değerlendirilmesini ve yeni problemleri fark etmesi olarak sıralanmıştır (MEB, 2009, s. 12).

Yukarıdaki açıklamalara göre, problem çözme becerisine programda geniş yerildiği ve problem çözme becerisi ile ilgili birtakım kazanımların programda yer aldığı anlaşılmaktadır. Bu doğrultuda öğretim programında problem çözme becerisinin öğretimi için öğretim programında önerilen yaklaşımdan farklı olarak, bu becerinin öğretimi doğrudan ve daha etkili bir şekilde yapılabilir. Literatür incelendiğinde, problem çözme becerisinin geliştirilmesinde üst bilişsel ve problem çözme stratejilerin doğrudan öğretiminin etkili olduğu anlaşılmaktadır (Sulak, 2005; Özsoy, 2007; Mevarech, 1999; Mevarech, Terkieltaub, Vinberger ve Nevet, 2010; Yimer ve Ellerton, 2010). Problem çözme becerisin geliştirilmesinde; *şekil-şema yapma, tablo yapma, matematik cümlesi yazma, matematiksel yapılardan yararlanma, liste yapma, muhakeme, geriye doğru çalışma ve tahmin-kontrol* gibi problem çözme stratejilerinin (Sulak, 2005) veya *oku ve düşün, plan yap, uygun strateji seç, stratejiyi uygula, kontrol et ve değiştir* aşamalarını kapsayan üst bilişsel stratejilerin (Özsoy, 2007) öğretimi gerçekleştirilebilir. Ayrıca, öğretmenler öğrencilerin dikkatini problemin önemli kısımlarına odaklamak için öğrencilerin düşüncelerini yönlendirecek bazı kritik sorular (Hangi bilgi önemli? Hangi bilgi eksik? Hangi formüller gerekli? Yapılması gereken ilk şey nedir?) sorabilir. Bu sorular ile öğrencilerin problemleri kendi cümleleri ile ifade edebilmeleri, problemi kısaca tanımlayabilmeleri ve problemde hangi bilgilerin gerekli olduğuna karar verebilmeleri sağlanabilir (Schunk, 2011).

5.4. Muhakeme

Modelde muhakeme becerisinin problem çözme ve uzamsal yeteneğe doğrudan ve pozitif yönlü bir etkisinin bulunduğu anlaşılmıştır. Ayrıca modelde muhakeme becerisinin, problem çözme ve uzamsal yetenek üzerinden matematik başarısına pozitif yönlü ve dolaylı bir etkisinin de bulunduğu görülmektedir. Literatürde, elde edilen bu bulguları destekleyen araştırmalara rastlamak mümkündür (Barbey ve Barsalou, 2009; Çelik ve Özdemir, 2001; Çetin ve Ertekin, 2011; Battista, 1990; Wheatley & Wheatley, 1979; Ball ve Bass, 2003; Brodie vd., 2010; Kilpatrick, vd., 2001). Barbey ve Barsalou (2009), muhakeme yaklaşımlarından biri olan tümevarıma dayalı muhakeme yaklaşımının problem çözme sürecinde sıklıkla kullanıldığını belirtmiştir. Çelik ve Özdemir (2001) ise orantısal muhakeme becerisi ile problem kurma becerisi arasında anlamlı bir ilişki bulmuştur (χ^2(12, n=331)=185.63, p<0.05). Benzer şekilde Çetin ve Ertekin (2011), orantısal muhakeme becerisi ile denklem çözme başarısı arasında yüksek düzeyde ve pozitif yönlü bir ilişki (r=0.84, p<0.01) bulmuştur. Markey (2009) de, görsel-uzamsal muhakeme becerisi ile matematik (r=0.479, p<005) ve geometri (r=0.373, p<0.05) problemlerini çözme başarısı arasında pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişkinin varlığından söz etmiştir. Aynı zamanda araştırmalar; mantıklı düşünme, uzamsal yetenek, problem çözme ve muhakeme becerileri arasında anlamlı ilişkilerin bulunduğunu ifade etmiştir (Battista, 1990; Wheatley & Wheatley, 1979). Örneğin Battista (1990), mantıksal muhakeme ile geometri problem çözme performansı ($r=0.43$, $p<0.05$) ve uzamsal görselleştirme becerisi ($r=0.29$, $p<0.05$) arasında anlamlı bir ilişkinin bulunduğunu belirtmiştir. English (2004, s. 5) ise muhakeme yaklaşımlarından biri olan benzetime dayalı muhakemenin daha önce çözülen problem ile yeni karşılaşılan problemin ilişkisel yapıları arasındaki benzerliğin algılanmasını sağlayarak problemlerin çözüm sürecine katkıda bulunduğunu belirtmiştir. Leighton ve Sternberg ise (2004, s. 3-4) muhakemenin problem çözme sürecinde aracı bir rolünin bulunduğunu ve sahnenin arkasında çalışarak, fikirleri ve önermeleri koordine ettiğini belirtmiştir.

Diğer yandan modelde, matematik öz-yeterlik kaynaklarının muhakeme becerisinin yaklaşık %40’ını açıkladığı anlaşılmıştır. Bu bulguya göre hesaplanan etki büyüklüğü değeri ($f^2=0.19$), matematik öz-yeterlik kaynaklarının muhakeme becerisi üzerinde orta düzeyde ve önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Ayrıca, ilköğretim 6, 7, ve 8. sınıf Matematik Öğretim Programında muhakeme becerisi, alana özgü beceriler arasında yer almaktadır. Programda, öğrencilerin muhakeme becerilerinin okul hayatını ve okul dışındaki hayatı kolaylaştırmadaki önemi konusunda öğrencilerin farkındaklıklarının artılması gerektiği vurgulanmıştır (MEB, 2009). Bu doğrultuda bir takım kazanımlar oluşturulmuş ve bir takım bilişsel stratejilerin (işlemsel tahmin ve ölçmeye dahalı tahmin stratejileri) öğretimi tavsiye edilmiştir. Diğer yandan araştırmada elde edilen betimsel bulgulara göre, araştırmaya katılan ortaokul öğrencilerinin muhakeme becerilerinin yeterli düzeyde olmadığı anlaşılmıştır. Literatüde Muhakeme becerisinin geliştirilmesinde, farklı üst bilişsel stratejilerin öğretimi de tavsiye edilmektedir. Bu stratejilerin öğretmi, öğrencilerin muhakeme becerilerin geliştirilmesinde daha etkili sonuçlar verebilir. Literatürde üst biliş becerilerini geliştirmeyi amaçlayan başlıca stratejiler şu şekilde sıralanabilir (Pilten, 2008, s. 69-73):

Θ “Ne Bildiğini” ve “Ne Bilmediğini” Tanımlama,

- Θ Stratejiyi Planlama ve Düzenleme,
- Θ Sorular Oluşturma,
- Θ Bilinçli Seçimler,
- Θ Hedefler Belirleme ve Bunların Pesinden Gitme,
- Θ Düşünme ve Harekete Geçme Yollarının Değerlendirilmesi,
- Θ Güçlüğün Tanımlanması,
- Θ Öğrencilerin Fikirlerini Ayrıntılı Biçimde Açıklama,
- Θ Öğrencilerin Davranışlarını İsimlendirme,
- Θ Düşünme Süreçlerini Sorgulama,
- Θ Problem Çözme ve Araştırma Etkinlikleri,
- Θ Rol Yapma,
- Θ Bir Düşünme Günlüğü Tutma,
- Θ Sesli Düşünme ve
- Θ Öğrencinin Öğrenciye Öğretimi / İşbirlikçi Öğrenme.

Ayrıca, Mevarech ve Kramarski'nin (1997) geliştirmiş olduğu üstbiliş teorilerine dayalı IMPROVE öğrenme yaklaşımının muhakeme becerisinin geliştirilmesindeki olumlu etkisi birçok araştırmada ortaya konmuştur (Pilten, 2008; Mevarech ve Kramarski, 1997; Mevarech ve Fridkin, 2006; Kramarski ve Mevarech, 2003; Kramarski, Mevarech ve Lieberman, 2001). IMPROVE: Yeni kavrama giriş (introduction), üstbilişsel sorgulama (metacognitive questioning), uygulama (practising), gözden geçirme (reviwing), bilişsel süreçlerde uzmanlık (obtaining mastery), doğrulama (verification) ve zenginleştirme (enrichment) adımlarından oluşan bir öğrenme yaklaşımıdır. Heterojen sınıflarda matematik öğretimi için geliştirilen bu yaklaşım, grup ya da bireysel olarak uygulanabilmektedir (Pilten, 2008). Ülkemizde farklı kademelerdeki öğrencilerin muhakeme becerisinin geliştirilmesinde yönelik çalışmaların sayısı yok denecek kadar azdır. Bu doğrultuda muhakeme becerisinin geliştirilmesine yönelik çalışmaların yapılması gerekmektedir.

5.5. Matematik Başarısı

Araştırmanın en çarpıcı bulgularından biri de modelde matematik başarısına doğrudan ve dolaylı etkileri bulunan; Matematik Öz Yeterlik Kaynakları, Uzamsal Yetenek, Problem Çözme ve Muhakeme Becerilerinin Matematik Başarısındaki değişimin yaklaşık %75'ini açıklamasıdır. Bu sonuca göre, bu değişkenler matematik başarısı üzerinde oldukça önemli bir etkiye sahiptir (f^2=1.29). Öz-yeterliği destekleyici bir ortamda, bu beceri ve yetenekleri geliştirecek etkinliklerin uygulanması, matematik başarısını önemli ölçüde artırabilir.

Mevcut ilköğretim matematik öğretim programı incelendiğinde, bu araştırmada incelenen değişkenlere programda geniş yer verildiği görülmektedir. Fakat yapılan sınavlar ve araştırmalar öğrencilerin matematik başarısının istenen düzeyde olmadığını göstermiştir (Mullis, vd., 2009; Mullis, vd., 2012; Turğut, 2007). Bu doğrultuda programda yer alan kazanımların, etkinliklerin, öğretim yöntem ve tekniklerin, öğretmen ve okul faktörlerinin eleştirel bir gözle incelenmesi gerekmektedir. Bu amaç doğrultusunda yapılacak nitel ve nicel çalışmalara ihtiyaç vardır.

5.6. Genel Sonuçlar

Betimsel Analizler Sonuçlarına göre, araştırmaya katılan öğrencilerin;

- Matematiksel Problem Çözme Becerilerinin düşük ($\bar{X}$= 14,92);
- Matematiksel Muhakeme Becerilerinin düşük ($\bar{X}$= 12,62);
- Uzamsal Görselleştirme Yeteneklerinin orta ($\bar{X}$= 9,52);
- Zihinsel Çevirme Becerilerinin düşük ($\bar{X}$= 8,55);
- Matematik Öz-Yeterlik Kaynaklarına bağlı olarak hesaplanan Matematik Öz-Yeterlik inançlarının orta ($\bar{X}$= 1281,97) ve
- Matematik Başarılarının orta ($\bar{X}$= 9,10) düzeyde bulunduğu anlaşılmıştır.

Yapısal Regresyon Modeli analizi sonuçlarına göre, araştırmaya katılan öğrencilerin:

Öz-yeterlik kaynaklarına bağlı olarak hesaplanan öz-yeterlik inançlarının;

- Matematiksel Muhakeme Becerisini doğrudan pozitif yönlü,
- Uzamsal Yeteneği hem doğrudan hem de dolaylı olarak pozitif yönlü,

- Problem Çözme Becerisini hem doğrudan hem de dolaylı olarak pozitif yönlü,
- Matematik Başarısını hem doğrudan hem de dolaylı olarak pozitif yönlü etkilediği görülmüştür.

Matematiksel Muhakeme Becerilerinin;

- Uzamsal Yeteneği doğrudan pozitif yönlü,
- Problem Çözme Becerisini hem doğrudan hem de dolaylı olarak pozitif yönlü,
- Matematik Başarısını ise sadece dolaylı olarak pozitif yönlü etkilediği görülmüştür.

Uzamsal Yeteneklerinin;

- Problem Çözme Becerisini doğrudan pozitif yönlü,
- Matematik Başarısını ise hem doğrudan hem de dolaylı olarak pozitif yönlü etkilediği görülmüştür.

Ayrıca, öğrencilerin Matematiksel Problem Çözme Becerilerinin, Matematik Başarısına doğrudan pozitif yönlü bir etkisinin bulunduğu anlaşılmıştır.

Etki Büyüklüğü analizi sonuçlarına göre,

- Matematik Öz-Yeterlik Kaynaklarının; Muhakeme Becerisindeki değişimin yaklaşık %40'ını açıkladığı ve muhakeme becerisi üzerinde orta düzeyde bir etkiye sahip olduğu anlaşılmıştır.
- Matematik Öz-Yeterlik Kaynaklarının ve Muhakeme Becerisinin Uzamsal Yetenkteki değişimin yaklaşık % 44'ünü açıkladığı ve bu değişkenlerin Uzamsal Yetenek üzerinde orta düzeyde bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.
- Matematik Öz-Yeterlik Kaynakları, Muhakeme Becerisi ve Uzamsal Yetenek Problem Çözme Becerisindeki değişimin yaklaşık %92'sini açıklamaktadır. Bu değişkenler, Problem Çözme Becerisi üzerinde geniş düzeyde bir etkiye sahiptir.
- Matematik Başarısına doğrudan ve dolaylı etkileri bulunan; Matematiksel Problem Çözme Becerisi, Matematik Öz Yeterlik Kaynakları, Uzamsal Yetenek ve Matematiksel Muhakeme Becerisi, Matematik Başarısındaki değişimin yaklaşık %75'ini açıklamaktadır ve bu değişkenler matematik başarısı üzerinde geniş düzeyde bir etkiye sahiptir.

KAYNAKÇA

Akkuş-Çıkla, O., & Duatepe, A. (2002). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının orantısal muhakeme becerileri üzerine niteliksel bir çalışma. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23*, 32-40.

Akyüz, G. (2014). TIMSS 2011'de öğrenci ve okul faktörlerinin matematik başarısına etkisi. *Eğitim ve Bilim,39*(172), 150-162.

Alcı, B. , Erden, M. ve Baykal, A. (2010) . Üniversite Öğrencilerinin Matematik Başarıları ile lgıladıkları Problem Çözme Becerileri, Özyeterlik Algıları, Bilişüstü Özdüzenleme Staretejileri ve ÖSS Sayısal Puanları Arasındai Açıklayıcı ve Yordayıcı İlişkiler Örüntüsü. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi,* 25(2), 53-68.

Altun, M. (2000). E*ğitim fakülteleri ve ilköğretim öğretmenleri için matematik öğretimi*. Alfa Basım Yayım Dağıtım: İstanbul.

Arcavi, A. (2003). The role of visual representations in the learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics, 52*(3), 215-241.

Arsal, Z. (2009). Öz düzenleme öğretiminin ilköğretim öğrencilerinin matematik başarılarına ve tutumuna etksi. *Eğitim ve Bilim, 34*(152), 3-14.

Arslan, A. (2012). İlköğretim Öğrencilerinin Öz Yeterlik İnancı Kaynaklarının Öğrenme ve Performansla İlgili Öz Yeterlik İnancını Yordama Gücü. *Educational Sciences: Theory and Practice, 12*(3), 1907-1920.

Arslan, A. (2013). Investigation of relationship between sources of selfefficacy beliefs of secondary school students and some variables. *Educational Sciences: Theory and Practice, 13*(4), 1983-1993.

Aufmann, R N., Lockwood, J. N., Nation, R. D. , & Clegg, D. K. (2008). *Mathematical thinking and quantitative reasoning*. Newyork: Houghton Mifflin Company.

Aufmann, R. N. (2007). *Mathematical thinking and quantitative reasoning*. Boston New York: Houghton Mıfflin Company.

Bakker, M. (2008). *Spatial ability in primary school: effects of the tridio learning material*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, University of Twente, Netherland.

Ball, D.L., & Bass, H. (2003). Making Mathematics Reasonable in School. In J. Kilpatrick, W. G. Martin. & D. Schifter. (Eds.), *A research companion to principles and* *standards for school mathematics* (pp 227-236). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.

Barbey, A. K., & Barsalou, L. W. (2009). Reasoning and problem solving: Models. In L. Squire (Ed.), *Encyclopedia of neuroscience* (pp. 35-43). Oxford: Academic Press.

Başaran, S. (2011). *An exploration of affective and demographic factors that are related to mathematical thinking and reasoning of university students*. Yayınlanmamış doktora tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Battista, M.T. (1990). Spatial Visualization and Gender Differences in High School Geometry. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(3), 47-60.

Bayazit, İ., & Aksoy, Y. (2008). Matematiksel problemlerin öğrenim ve öğretimi. E. Bingölbali ve M. F. Özmantar (Ed.), *İlköğretimde karşılaşılan matematiksel zorluklar ve çözüm önerileri* içinde (s. 287-312). Ankara: Pegem Akademi.

Bayram, N. (2010). *Yapısal eşitlik modellemesine giriş: AMOS uygulamaları*. Bursa: Ezgi Kitabevi.

Bentler, P. M., & Chou, C. P. (1987). Practical issues in structural modeling. *Sociological Methods & Research*, *16*(1), 78-117.

Bilican, S., Demirtasli, R. N., & Kilmen, S. (2011). The Attitudes and Opinions of the Students towards Mathematics Course: The Comparison of TIMSS 1999 and TIMSS 2007. *Educational Sciences: Theory and Practice*, *11*(3), 1277-1283.

Bindak, R. (2005). İlköğretim Öğrencileri İçin Matematik Kaygı Ölçeği. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17* (2), 442-448.

Blum, W., & Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects—State, trends and issues in mathematics instruction. *Educational studies in mathematics*, *22*(1), 37-68.

Boakes, N. (2009). Origami instruction in the middle school mathematics classroom: Its impact on spatial visualization and geometry knowledge of students. *Research in Middle Level Education*, *32*(7), 1-12.

Bollen, K. A. (1989). A new incremental fit index for general structural equation models. *Sociological Methods & Research*, *17*(3), 303-316.

Bong, M., & Clark, R. E. (1999). Comparison between self-concept and self-efficacy in academic motivation research. *Educational psychologist, 34*(3), 139-153.

Bong, M., & Skaalvik, E. M. (2003). Academic self-concept and self-efficacy: How different are they really?. *Educational psychology review*, *15*(1), 1-40.

Booth, R. D., & Thomas, M. O. (1999). Visualization in mathematics learning: Arithmetic problem-solving and student difficulties. *The Journal of Mathematical Behavior*, *18*(2), 169-190.

Boyraz, Ş. (2008). *The effects of computer based ınstruction on seventh grade students' ability, attitudes toward geometry, mathematics and technology*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Brodie, K., Coetzee, K., & Lauf, L. (2010). *Teaching mathematical reasoning in secondary school classrooms*. New York: Springer.

Brown, D.L., & Wheatley, G.H. (1989). Relationships between spatial ability and mathematics knowledge. In *Proceedings of the Annual Meeting Psycl~ology of Mathematics Educafion - NA*, (pp. 143-1481, New Brunswick, NJ.

Browne, M. W., & Cudeck, R. (1993). Alternative ways of assessing model fit. *Sage Focus Editions*, *154*, 136-136.

Byrne, B. M. (2010). *Structural equation modeling with AMOS: Basic concepts, applications, and programming (2nd ed.)*. New York: Taylor & Francis.

Carroll, J.B. (1993). *Human cognitive abilities: a survey of factor analytic studies*. Cambridge: Cambridge University Press.

Chen, P. P. (2003). Exploring the accuracy and predictability of the self-efficacy beliefs of seventh-grade mathematics students. *Learning and individual differences*, *14*(1), 77-90.

Chen, P., & Zimmerman, B. (2007). A cross-national comparison study on the accuracy of self-efficacy beliefs of middle-school mathematics students. *The Journal of Experimental Education*, *75*(3), 221-244.

Clements, Douglas H. (1998). *Geometric and Spatial Thinking in Young Children*. (ERIC Servis No. ED436232)

Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (2nd Ed.)*. hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.

Contero, M., Naya, F., Saorin, J. L., & Conesa, J. (2005). Improving visualization skills in engineering education. Computer Graphics and Applications, *IEEE, 25*(5), 24-31.

Cramer, K., & Post, T. (1993). Proportional reasoning, *The Mathematics Teacher, 86,* 404–407.

Cramer, K., Post, T., Currier, S. (1993). *Learning and teaching ratio and proportion: Research implications*. In Research Ideas For The Classroom: Middle Grades Mathematics, D. Owens (Ed.), pp. 159–178. New York: Macmillan.

Çakmak, S. (2009). *An investigation of the effect of origami-based instruction on elementary students's spatial ability in matehematic*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Çalışkan, M. (2014). Bilişsel giriş davranışları, matematik özkavramı, çalışmaya ayrılan zaman ve matematik başarısı arasındaki ilişkiler. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi, 18*(1), 345-357.

Çelik, A., & Özdemir, E. Y. (2011). İlköğretim Öğrencilerinin Orantısal Muhakeme Becerileri İle Oran-Orantı Problemi Kurma Becerileri Arasındaki İlişki. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 30*(1), 1-11.

Çetin, H., & Ertekin, E. (2011). The relationship between eighth grade primary school students'proportional reasoning skills and success in solving equations. *International Journal of Instruction*, *4*(1), 47-62.

Çetin, B. (2009). Yeni ilköğretim programı (2005) uygulamalarının ilköğretim 4. ve 5. sınıf öğrencilerinin öz yeterliliklerine etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25*(1), 130-141.

Çokluk, Ö., & Kayrı, M. (2011). Kayıp Değerlere Yaklaşık Değer Atama Yöntemlerinin Ölçme Araçlarının Geçerlik ve Güvenirliği Üzerindeki Etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, *11*(1), 303-309.

Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., & Büyüköztürk, Ş. (2010). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve LISREL uygulamaları*. Ankara: Pegem Akademi.

Delialioğlu Ö. (1996). *Contribution of students' logical thinking ability on achievement in secondary physics*,. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Delialioğlu, Ö. ve Aşkar, P. (1999). Contriburion of students' mathematical skills and spatial ability to achievement in secondary school physics. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16 (17), 34-39.

Demir, I., & Kılıç, S. (2010). Using PISA 2003, examining the factors affecting students' mathematics achievement. *Hacettepe Universitesi Egitim Fakultesi Dergisi, 38,* 44-54.

Dursun, Ş., & Bindak, R. (2011). İlköğretim II. kademe öğrencilerinin matematik kaygılarının incelenmesi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, *35*(1), 18-21.

Düşünme. (26 Eylül 2006). Türk Dil Kurumu içinde. 12 Ağustos 2013 tarinde http://en.wikibooks.org/wiki/Cognitive_Psychology_and_Cognitive_Neuroscience/Reasoning_and_Decision_Making adresinden erişildi.

Dursun, Ş., & Dede, Y. (2004). Öğrencilerin matematikte başarısını etkileyen faktörler: Matematik öğretmenlerinin görüşleri bakımından. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(2), 217-230.

Ekstrom, R. B., French, J. W., Harman, H. H., & Dermen, D. (1976). *Manual for kit of factor-referenced cognitive tests* (pp. 109-113). Princeton, NJ: Educational testing service.

Emmioğlu, E. (2011). *A structural equation model examining the relationships among mathematics achievement, attitudes toward statistics, and statistics outcomes*. Yayınlanmamış doktora tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

English, L. D. (Ed.). (2004). *Mathematical and analogical reasoning of young learners*. Routledge.

Esendemir, Ö. (2011). Matematiksel problem çözme ve üstbiliş üzerine hazırlanan bir mesleki gelişim programı ve bu programın etkililiği. Yayınlamamış yüksek lisans tezi, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep.

Fadlelmula, F. K. (2011). *A structural model on 7th grade students' motıvatıonal belıefs, use of self-regulatıon strategıes, and mathematıcs achıevement*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Fennema, E., & Sherman, J. (1977). Sex-related differences in mathematics achievement, spatial visualization, and affective factors. *American Educational Research Journal, 14* (1), 51-71.

Fennema, E., & Tartre, L. A. (1985). The use of spatial visualization in mathematics by girls and boys. *Journal for Research in Mathematics Education*, *16*(3), 184-206.

Ferla, J., Valcke, M., & Cai, Y. (2009). Academic self-efficacy and academic self-concept: Reconsidering structural relationships. *Learning and Individual Differences, 19*(4), 499-505.

Field, B.W. (1994). A course in spatial visualization. *Journal For Geometry and Graphics, 3*(2), 201-209.

Fortus, D. (2005). *Restructuring School Physics around Real-World Problems: A Cognitive Justification*. Annual meeting of the American Educational Research Association Bildiriler Kitabı, 14 Nisan 2005, Montreal, Kanada, 1-34.

Gainor, K. A., & Lent, R. W. (1998). Social cognitive expectations and racial identity attitudes in predicting the math choice intentions of Black college students. *Journal of Counseling Psychology, 45*(4), 403.

Garofalo, J., & Lester, F. K. (1985). Metacognition, cognitive monitoring, and mathematical performance. *Journal for Research in Mathematics Education, 16,* 163-176.

George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 update (4th ed.).* Boston: Allyn & Bacon.

Glynn, S. M., Britton, B. K., Semrud-Clikeman, M., & Muth, K. D. (1989). *Analogical reasoning and problem solving in science textbooks*. In Handbook of creativity (pp. 383-398). Springer US.

Grattoni, C. (2007*). Spatial skills and mathematical problem solving ability on high school students*.Northwetern University.

Guay, R. B., & McDaniel, E. D. (1977). The relationship between mathematics achievement and spatial abilities among elementary school children. *Journal for Research in Mathematics Education,* 211-215.

Günhan, B. C., & Başer, N. (2008). Probleme dayalı öğrenme yönteminin Öğrencilerin Matematiğe Yönelik tutumlarına ve başarılarına etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 119-134.

Güven, B., & Cabakcor, B. O. (2012). Factors influencing mathematical problem-solving achievement of seventh grade Turkish students. *Learning and Individual Differences*.23, 131-137.

Hahn, A. E. (2008). *Variables contributing to success in algebra I: A structural equation model*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, New Mexico State Üniversitesi, Las Cruces, New Mexico.

Haşlaman, T., & Aşkar, P. (2007). Programlama dersi ile ilgili özdüzenleyici öğrenme stratejileri ve başarı arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *32*, 110-122.

Hegarty, M., & Kozhevnikov, M. (1999). Types of visual–spatial representations and mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology, 91*(4), 684.

Hegarty, M., & Waller, D. (2005). Individual differences in spatial abilities. In P. Shah, & A. Miyake (Eds.), *The Cambridge handbook of visuospatial thinking* (pp. 121–169). Cambridge University Press

Hoffer, A. R., & Hoffer, S. A. K. (1992). Geometry and visual thinking. In T. R. Post (Eds.). *Teaching mathematics in grades K-8: Research- based mathematics,* 2nd. ed. (pp. 249-227). Boston: Allyn and Bacon.

Hoffman, B., & Spatariu, A. (2008). The influence of self-efficacy and metacognitive prompting on math problem-solving efficiency. Contemporary Educational Psychology, 33(4), 875-893.

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.

Jayaram, J., Kannan, V. R., & Tan, K. C. (2004). Influence of initiators on supply chain value creation. *International Journal of Production Research*, *42*(20), 4377-4399.

Jonassen, D. H. (2011). *Learning to solve problems: A handbook for designing problem-solving learning environments*. New York: Routledge.

Kakmacı, Ö. (2009). *Altıncı sınıf öğrencilerinin uzamsal görselleştirme başarılarının bazı değişkenler açısından incelenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Osman Gazi Üniversitesi, Eskişehir.

Kalender, Ö., M. (2010). *The roles of affective, socioeconomic status and school factors on mathematics achievement: a structural equation modeling study*. Yayınlanmamış doktora tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Karaaslan, G., Karaaslan, K. G., & Delice, A. (2012). *Öğrencilerin uzamsal yeteneklerine göre üç boyutlu geometri problemlerinin çözümlerinin incelenmesi*. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 27-30 Haziran 2012, Niğde.

Karadeniz, Ş., Büyüköztürk, Ş., Akgün, Ö. E., Çakmak, E. K., & Demirel, F. (2008). The Turkish adaptation study of motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ) for 12–18 year old children: Results of confirmatory factor analysis. *Turkish Online Journal of Educational Technology, 7*(4), 108-117.

Karasar, N. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemi*. (18. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Kayagil, S. (2010). *İlköğretim yedinci sınıf öğrencilerinde eleştirel düşünme becerilerinin matematik başarısını yordaması*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

Kayan, F., & Çakıroğlu, E. (2008). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel problem çözmeye yönelik inançları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 35*, 218-226.

Kayhan, E., B. (2005). *Lise öğrencilerinin uzaysal yeteneklerinin incelenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Kılıç, A., S. (2011). *İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin genel başarıları, matematik başarıları, matematik dersine yönelik tutumları, güdülenmeleri ve matematik kaygıları arasındaki ilişki*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Kilpatrick, J. (1985). A retrospective account of the past twenty-five years of research on teaching mathematical problem solving. EA Silver, *Teaching and learning mathematical problem solving: Multiple research perspectives*, 1-16.

Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (Eds.). (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. National Academies Press.

Kim, C.S. (2002). *Predicting Information Searching Performance With Measures of Cognitive Diversity*. Yayımlanmamış doktora tezi, Wisconsin-Madison Üniversitesi.

Kimura, D. (1999). *Sex and cognition* (1 ed.). Cambridge: MIT Press.

Kinsey, B. L., Towle, E., O'Brien, E. J., & Bauer, C. F. (2008). Analysis of self-efficacy and ability related to spatial tasks and the effect on retention for students in engineering. *International Journal of Engineering Education, 24*(3), 488-494.

Kline, R.B. (2011), *Principles and Practice of Structural Equation Modeling (3nd Edition ed.)*. New York: The GuilfordPress.

Kitsantas, A., Cheema, J., & Ware, H. W. (2011). Mathematics achievement: The role of homework and self-efficacy beliefs. *Journal of Advanced Academics, 22*(2), 310-339.

Koç, Y., & Bulut, S. (2002). İşbirliğine dayalı ve bireysel problem çözme yöntemlerinin matematiksel problem çözme performansına etkisi. *Hacettepe Universitesi Egitim Fakultesi Dergisi*, *22*, 82-90.

Kramarski, B., & Mevarech, Z. R. (2003). Enhancing mathematical reasoning in the classroom: The effects of cooperative learning and metacognitive training. *American Educational Research Journal*, *40*(1), 281-310.

Kramarski, B., Mevarech, Z. R., & Lieberman, A. (2001). Effects of multilevel versus unilevel metacognitive training on mathematical reasoning. *The Journal of Educational Research*, *94*(5), 292-300.

Küpçü, A. R. (2012). Etkinlik Temelli Öğretim Yaklaşımının Ortaokul Öğrencilerinin Orantısal Problemleri Çözme Başarısına Etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 13*(3), 175-206.

Larousse, B. (1986). *Sözlük ve Ansiklopedisi*. Gelmini Yayınları: Istanbul.

Lawson, A. E., Banks, D. L., & Logvin, M. (2007). Self-efficacy, reasoning ability, and achievement in college biology. *Journal of Research in Science Teaching, 44*(5), 706-724.

Leighton, J. P. (2003). Defining and Describing Reasoning. In J. P. Leighton & R. J. Sternberg (Eds.), *The Nature of Reasoning*. New York, NY: Cambridge.

Leighton, J. P., & Sternberg, R. J. (Eds.). (2004). *The nature of reasoning*. Cambridge: Cambridge University Press.

Lent, R. W., Lopez, F. G., & Bieschke, K. J. (1991). Mathematics self-efficacy: Sources and relation to science-based career choice. *Journal of counseling psychology, 38*(4), 424.

Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child development*, 1479-1498.

Lobato, J., Ellis, A., & Zbiek, R. M. (2010). *Developing Essential Understanding of Ratios, Proportions, and Proportional Reasoning for Teaching Mathematics: Grades 6-8.* National Council of Teachers of Mathematics. 1906 Association Drive, Reston, VA 20191-1502.

Lopez, F. G., Lent, R. W., Brown, S. D., & Gore, P. A. (1997). Role of social–cognitive expectations in high school students' mathematics-related interest and performance. Journal of Counseling Psychology, 44(1), 44.

MacCallum, R. C., Browne, M. W., & Sugawara, H. M. (1996). Power analysis and determination of sample size for covariance structure modeling. *Psychological methods*, *1*(2), 130.

Markey, S. M. (2009). *The relatıonshıp between vısual-spatıal reasonıng abılıty and math and geometry problem-solvıng*. Yayınlanmamış doktora tezi, Amerıcan Internatıonal College, Sprıngfıeld, Massachusetts.

McClurg, P. A., & Chaillé, C. (1987). Computer games: Environments for developing spatial cognition?. *Journal of Educational Computing Research*, *3*(1), 95-111.

McGee, M. G. (1979). *Human spatial abilities: Sources of sex differences*. New York: Praeger.

MEB. (2009). *İllköğretim (6-8. sınıflar) matematik dersi öğretim programı ve kılavuzu (Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu başkanlığı)*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü Basım Evi.

Mevarech, Z. R. (1999). Effects of metacognitive training embedded in cooperative settings on mathematical problem solving. *The Journal of Educational Research*, *92*(4), 195-205.

Mevarech, Z. R., Terkieltaub, S., Vinberger, T., & Nevet, V. (2010). The effects of meta-cognitive instruction on third and sixth graders solving word problems. *ZDM*, *42*(2), 195-203.

Mevarech, Z., & Fridkin, S. (2006). The effects of IMPROVE on mathematical knowledge, mathematical reasoning and meta-cognition. *Metacognition and learning*, *1*(1), 85-97.

Mevarech, Z.R. & Kramarski, B. (1997) IMPROVE: A multidimensional method for teaching mathematics in heterogeneous classrooms, *American Educational Research Journal, 34*(2), 365-395.

Mohler, J. L. (2001). Using interactive multimedia technologies to improve student understanding of spatially-dependent engineering concepts. In *Actas del International Graphicon Conference on Computer Geometry and Graphics* (pp. 292-300), Nyzhny Novgorod, Rusia.

Montague, M. (2003). *Solve it! A mathematical problem solving instructional program***.** Reston , VA : Exceptional Innovations.

Montague, M., & Applegate, B. (1993). Middle school students' mathematical problem solving: An analysis of think-aloud protocols. *Learning Disabilities Quarterly, 16*, 19-32.

Muhakeme. (26 Eylül 2006). Güncel Türkçe Sözlük, Türk Dil Kurumu içinde. 12 Ağustos 2013 tarinde http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.52088e5665dcb0.01677336 adresinden erişildi.

Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Robitaille, D. F., & Foy, P. (2009). *TIMSS advanced 2008 international report: Findings from IEA's study of achievement in advanced mathematics and physics in the final year of secondary school*. TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.

Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Ruddock G. J., O'Sullivan, C. Y., & Corinna, P. (2012). *TIMSS 2011 assessment frameworks.* The International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA), Amsterdam, the Netherlands.

Multon, K. D., Brown, S. D., & Lent, R. W. (1991). Relation of self-efficacy beliefs to academic outcomes: A meta-analytic investigation. *Journal of counseling psychology, 38*(1), 30.

NAEP, (2002). *Mathematics Framework for the 2003 National Assessment of Educational Progress*. Washington, DC: National Assessment Governing Board.

NCTM, (2000). *Principles and Standarts for School Mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics, Reston, VA.

Oğuzlar, A. (2001). Alan Araştırmalarında Kayıp Değer Problemi ve Çözüm Önerileri, *V. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu bildiriler kitabı içinde (ss.1-30).* Adana*:* Çukurova Üniversitesi.

Olkun, S. (2003). Making connections: Improving spatial abilities with engineering drawing activities. *International Journal of Mathematics Teaching and Learning*, *3*(1), 1-10.

Olkun, S., & Toluk, Z. (2001). *İlköğretimde matematik öğretimi: 1-5 sınıflar.* Ankara: Artım Yayınları.

Özdemir, Ş. (2012). *İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının çoklu temsiller kullanılarak problem çözme algılarının açınsanması*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Özgün, D. (2012). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının problem çözme sürecinde ürettiği matematik modellerinin nitel bir yaklaşımla incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.

Özgüven, İ.E. (2005*). Bireyi tanıma teknikleri*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Özsoy, G. (2005). Problem çözme becerisi ile matematik başarısı arasındaki ilişki. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *25*(3), 179-190.

Özsoy, G. (2007). *İlköğretim beşinci sınıfta üstbiliş strateji öğretiminin problem çözme başarısına etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Özyürek, R. (2005). Informative sources of math-related selfefficacy expectations and their relationship with math-related self-efficacy, interest, and preference. *International Journal of Psychology, 40*, 145–156.

Pajares, F. (1996). Self-efficacy beliefs and mathematical problem-solving of gifted students. *Contemporary educational psychology*, *21*(4), 325-344.

Pajares, F. (1997). Current directions in self-efficacy research. In M. Maehr & P. R. Pintrich (Eds.) *Advances in motivation and achievement*, *10*, 1-149.

Pajares, F., & Kranzler, J. (1995). Self-efficacy beliefs and general mental ability in mathematical problem-solving. *Contemporary Educational Psychology*, *20*(4), 426-443.

Pajares, F., & Miller, M. D. (1994). Role of self-efficacy and self-concept beliefs in mathematical problem solving: A path analysis. *Journal of educational psychology*, *86*(2), 193.

Pape, S. J., & Wang, C. (2003). Middle school children's strategic behavior: Classification and relation to academic achievement and mathematical problem solving. *Instructional Science*, *31*(6), 419-449.

Peker, M. (2005). İlköğretim matematik öğretmenliğini kazanan öğrencilerin öğrenme stilleri ve matematik başarısı arasındaki ilişki. *Eğitim Araştırmaları*, *21*, 200-210.

Peker, M., & Mirasyedioğlu, Ş. (2003). Lise 2. sınıf öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutumları ve başarıları arasındaki ilişki. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(14), 157-166.

Phan, H. P. (2012). Relations between informational sources, self-efficacy and academic achievement: a developmental approach. *Educational Psychology*, *32*(1), 81-105.

Pietsch, J., Walker, R., & Chapman, E. (2003). The relationship among self-concept, self-efficacy, and performance in mathematics during secondary school. *Journal of Educational Psychology*, *95*(3), 589.

Pietsch, S., & Jansen, P. (2012). Different mental rotation performance in students of music, sport and education. *Learning And Individual Differences, 22*(1), 159-163.

Pilten, P. (2008). *Üstbiliş stratejileri öğretiminin ilköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin matematiksel muhakeme becerilerine etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Pintrich, P. R. (Eds.) (1995). *Understanding self-regulated learning*. Jossey-Bass Publishers: San Francisco.

Polya, G. (1954). *Mathematics and Plausible Reasoning: Patterns of plausible inference*. Princeton University Press.

Polya, G. (1957). *How to solve it: A new aspect of mathematical methods*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey.

Posamentier, A. S., & Krulik, S. (Eds.). (2009). *Problem solving in mathematics, grades 3-6: powerful strategies to deepen understanding.* SAGE Publications.

Poyraz, S. (2012). *İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinde sınav kaygısı, matematik kaygısı, genel başarı ve matematik başarısı arasındaki ilişkilerin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Problem. (26 Eylül 2006). Güncel Türkçe Sözlük, Türk Dil Kurumu içinde. 10 Mart 2014 tarinde http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.531dbc107417b2.14494672 adresinden erişildi.

Problem. (6 Nisan 2013). Wikipedia, The Free Encyclopedia içinde. 10 Mart 2014 tarihinde http://tr.wikipedia.org/wiki/Problem adresinden erişildi.

Prugh, L. A. (2012). *Spatial reasoning in undergraduate mathematics: a case study*. Yayınlanmamış doktora tezi, Oklahoma Üniversitesi, Norman, Oklahoma.

Rafi, A., Samsudin, K. A., & Ismail, A. (2006). On improving spatial ability though computer-mediated engineering drawing instruction. *Educational Technology & Society, 9*(3), 149-159.

Reçber, Ş. (2011). *An investigation of the relationship among the seventh grade students' mathematics self efficacy, mathematics anxiety, attitudes towards mathematics and* *mathematics achievement regarding gender and school type*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Renga, S., & Dalla, L. (1993). *Affect: A critical component of mathematical learning in early childhood*. Research ideas for the classroom: Early childhood, New York: Mac Millan/NCTM, 22-42.

Reynolds, A. J. (1991). The middle schooling process: Influences on science and mathematics achievement from the longitudinal study of American youth. *Adolescence*, *26*(101), 133-158.

Rips, L. J. (1994). *The psychology of proof: Deductive reasoning in human thinking*. Cambridge, MA: MIT.

Rollick, M. E. (2007). *Puzzling over spatial reasoning: A phenomenological study of pre-service elementary teachers*. Yayınlanmamış doktora tezi, Kent State Üniversitesi, Kent, Ohio.

Russell, S. J. (1999). Mathematical reasoning in the elementary grades. In: Stiff LV (ed) *Developing mathematical reasoning in grades K-12*. National Council of Teachers of Mathematics, Reston, VA

Savaş, E., Taş, S., & Duru, A. (2010). Factors Affecting Students' Achievement in Mathematics. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *11*(1), 113-132.

Saygı, M. (1990). *Matematik öğretmeni adaylarının matematik problemi çözme davranışlarının değerlendirilmesi ve matematik yeteneği, okuduğunu anlama ve matematiğe yönelik tutumun problem çözme becerileri ne katkılarının incelenmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Orlando, FL: Academic Press.

Schommer-Aikins, M., Duell, O. K., & Hutter, R. (2005). Epistemological beliefs, mathematical problem-solving beliefs, and academic performance of middle school students. *The Elementary School Journal, 105*(3), 289-304.

Schumacker, R.E., & Lomax, R.G. (2004). *A beginner's guide to structural equation modeling*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Schunk, D. H. (2011). *Learning theories: An educational perspective*. Pearson Education, Inc.

Schunk, D. H., & Pajares, F. (2005). Competence beliefs in academic functioning. In A. J. Elliot & C. Dweck (Eds.), *Handbook of competence and motivation* (pp. 85–104). New York: Guilford Press.

Schunk, D. H., & Pajares, F. (2009). Self-efficacy theory. In K. R. Wentzel & A. Wigfi eld (Eds.), *Handbook of motivation at school* (pp. 35–53). New York: Routledge.

Senemoglu, N. (2007). *Gelisim ogrenme ve ogretim*. Ankara: Gonul Yayincilik.

Sevgi, S. (2009). *The connection between school and student characteristics with mathematics achievement in turkey*, Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Siegler, R.S., Duncan, G.J., Davis-Kean, P.E., Duckworth, K., Claessens, A., Engel, M., Susperreguy, M.I., & Chen, M. (2012). Early Predictors of High School Mathematics Achievement. *Psychological Science*, 23 (7), 691-697.

Smith, I. M. (1964). *Spatial ability*. University of London Press.

Solso, R. L., Maclin, M. K., Maclin, O. H. (2007). Bilişsel psikoloji. Çeviren ., & Ayçiçeği-Dinn, A, İstanbul: Kitabevi.

Stevens, J.P. (2009). *Applied multivariate statistics for the social sciences (5th ed.)*. New York: Taylor & Francis.

Stevens, T., Olivárez, A., & Hamman, D. (2006). The role of cognition, motivation, and emotion in explaining the mathematics achievement gap between Hispanic and White students. Hispanic. *Journal of Behavioral Sciences*, *28*(2), 161-186.

Sulak, S. (2005). *İlköğretim matematik dersinde problem çözme stratejilerinin problem çözme başarısına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

Sümer, N. (2000). Yapısal eşitlik modelleri: Temel kavramlar ve örnek uygulamalar. *Türk Psikoloji Yazıları, 3*(6), 49-74.

Şahin, R. (2013). Öğrenme Psikolojisi. M. Baloğlu (Ed.), *Sosyal bilişsel kuram* içinde (s.111-140). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Şentürk, F., & İkikardeş, N. Y. (2011). The effect of learning and teaching styles on the 7th grade students' mathematical success. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 5(1), 250-276.

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics (5th ed.)* Boston: Allyn and Bacon.

Tanaka, J. S., & Huba, G. J. (1985). A fit index for covariance structure models under arbitrary GLS estimation. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, *38*(2), 197-201.

Tartre, L. A. (1990). Spatial orientation skill and mathematical problem solving. *Journal for Research in Mathematics Education*, *21*(3), 216-229.

Taştan, G. (2012). *Yapısal eşitlik modelleri ile öğrenci başarısının belirlenmesi: Özel Darüşşafaka Lisesi örneği*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Tavşancıl, E. (2005). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Tekin, A. T. (2007). *Dokuzuncu ve on birinci sınıf öğrencilerinin zihinde döndürme ve uzamsal görselleştirme yeteneklerinin karşılaştırılmalı olarak incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.

Thompson, M. E. (1987). *The relationship of the human spatial ability factors of spatial orientation and spatial visualization to the performance of young adults on a microcomputer graphics exercise*. Yayınlanmamış doktora tezi, Indiana Üniversitesi.

Tillotson, M. (1984). *The effect of instruction in spatial visualization on spatial abilities and mathematical problem solving*. Dissertation Abstracts International. (UMI No. 8429285).

Tonguç, D. (2013). *Sekizinci sınıf öğrencilerinin motivasyon düzeylerinin ve öz-düzenlemeye dayalı öğrenme stratejilerinin matematik başarısını yordama gücü*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.

Towle, E., Mann, J., Kinsey, B., O'Brien, E. J., Bauer, C. F., & Champoux, R. (2005, October). *Assessing the self efficacy and spatial ability of engineering students from multiple disciplines*. In Frontiers in Education, 2005. FIE'05. Proceedings 35th Annual Conference (pp. S2C-15). IEEE.

Tracy, D. M. (1987). Toys, spatial ability, and science and mathematics achievement: Are they related?. *Sex Roles, 17*(3-4), 115-138.

Tsutsumi, E. (2005). Evaluation of students' spatial abilities using mental cutting test. *International Journal of Technology and Engineering Education, 2*(2), 77-82.

Turğut, M. (2007). *İlköğretim 2. kademe öğrencilerinin uzamsal yeteneklerinin incelenmesi.* Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir

Umay, A. (2003). Matematiksel muhakeme yeteneği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *24*(3), 234-243.

Unal, H., Jakubowski, E., & Corey, D. (2009). Differences in learning geometry among high and low spatial ability pre-service mathematics teachers. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 40*(8), 997-1012.

Usavurma. (1974). Eğitim Terimleri Sözlüğü, Türk Dil Kurumu içinde, 11 Mart 2014 tarinde http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&arama=kelime&guid=TDK.GTS.531f3d971035a1.22246948 adresinden erişildi.

Usher, E. L. (2009). Sources of middle school students' self-efficacy in mathematics: A qualitative investigation. *American Educational Research Journal, 46*(1), 275-314.

Usher, E. L., & Pajares, F. (2009). Sources of self-efficacy in mathematics: A validation study. *Contemporary educational psychology, 34*(1), 89-101.

Uzun, S., Bütüner, S. Ö., & Yiğit, N. (2010). A comparison of the results of TIMSS 1999-2007: the most successful five countries-turkey sample. *İlköğretim Online, 9*(3), 1174-1188.

Üredi, I., & Üredi, L. (2005). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin öz-düzenleme stratejileri ve motivasyonel inançlarının matematik başarısını yordama gücü. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *1*(2), 250-260.

Valentine, J. C., DuBois, D. L., & Cooper, H. (2004). The relation between self-beliefs and academic achievement: A meta-analytic review. *Educational Psychologist*, *39*(2), 111-133.

VanGundy, A. B. (2008). *101 activities for teaching creativity and problem solving*. John Wiley & Sons, Inc.

Van Garderen D. (2006). Spatial visualization, visual imagery and mathematical problem solving of students with varying abilities. *Journal of Learning Disabilities*, *39*(6): 496–506.

Van Garderen, D., & Montague, M. (2003). Visual-spatial representation, mathematical problem solving, and students of varying abilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, *18*(4), 246-254.

Weissglass, J. (2002). Inequity in mathematics education: Questions for educators. *The Mathematics Educator*. 12 (2), 34-39.

Wheatley, C., & Wheatley, G. (1979).Developing spatial ability. *Mathematics in Schools*, *8* (1),10–11.

Wheatley, G. H. (1998). Imagery and Mathematics Learning. *Focus on learning problems in mathematics*, *20*(2), 65-77.

Wheatley, G. H., Brown, D. L., & Solano, A. (1994). Long term relationship between spatial ability and mathematical knowledge. In D. Kirshner (Ed.), *Proceedings of the sixteenth annual meeting of the North American chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 1, pp. 225-231). Baton Rouge: Louisiana State University.

WikiBooks (2013). 17.06.2014 tarihinde,http://en.wikibooks.org/wiki/Cognitive_Psychology_and_Cognitive_Neuroscience/Reasoning_and_Decision_Making, adresinden erişildi.

Williams, T., &Williams, K. (2010). Self-efficacy and performance inmathematics: Reciprocal determinism in 33 nations. *Journal Of Educational Psychology, 102*(2), 453–466.

Yamaç, A. (2011). *İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin öz-düzenleyici öğrenme stratejileri ile matematiğe yönelik tutum ve başarıları arasındaki ilişkilerin incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar.

Yankelewitz, D. (2009). *The development of mathematical reasoning in elementary school students' exploration of fraction ideas, Doctoral dissertation*, Rutgers, The State University of New Jersey.

Yeşildere, S. (2006). *Farklı matematiksel güce sahip ilköğretim 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin matematiksel düşünme ve bilgiyi oluşturma süreçlerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Yıldırım, H. H., & Yıldırım, S. (2009). TIMSS Anketinin Matematik Dersleriyle İlgili Sorularında Öğrencilerin Tutarsız Cevapları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 3*(2), 226-237.

Yıldırım, Ö., Çıkrıkçı, N. D., & Akbaş, U. (2012). The opinions of mathematics teachers on homeworks and in-class assessments: TIMSS 1999 and TIMSS 2007 application periods. *Eğitim Ve Bilim*, *37*(163), 126-142.

Yıldırım, S. (2011). Self-efficacy, Intrinsic Motivation, Anxiety and Mathematics Achievement: Findings from Turkey, Japan and Finland. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, *5*(1), 277-291.

Yıldız, B. (2009). Üç boyutlu ortam ve somut materyal kullanımının uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme becerilerine etkileri. *Yayınlanmamış yüksek lisans tezi*, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Yılmaz, Ç. (2011). *6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin matematik güdüsü, kaygısı, öz yeterlik inancı ve öz kavramı ile matematik dersine yönelik tutumları arasındaki ilişkiler: Şereflikoçhisar örneği. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi*, Anakra Üniversitesi, Ankara.

Yimer, A., & Ellerton, N. F. (2010). A five-phase model for mathematical problem solving: Identifying synergies in pre-service-teachers' metacognitive and cognitive actions. *ZDM*, *42*(2), 245-261.

Yurt, E., & Sunbul, A. M. (2012). Effect of Modeling-Based Activities Developed Using Virtual Environments and Concrete Objects on Spatial Thinking and Mental Rotation Skills. *Educational Sciences: Theory and Practice*, *12*(3), 1987-1992.

Yurt, E., & Sünbül, A. M. (2013). *Explanatory and predictive pattern of learning styles, math anxiety, math study time and mathematics achievement*. International Conference On Education In Mathematics, Science & Technology'de sunulan bildiri. Konya, Türkiye.

Zimmerman, B. J. (1986). Becoming a self-regulated learner: Which are the key subprocesses?. *Contemporary educational psychology*, *11*(4), 307-313.

Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory into practice*, *41*(2), 64-70.

Zimmerman, B. J., & Bandura, A. (1994). Impact of self-regulatory influences on writing course attainment. *American Educational Research Journal*, *31*(4), 845-862.

Zimmerman, B. J., & Kitsantas, A. (1999). Acquiring writing revision skill: Shifting from process to outcome self-regulatory goals. *Journal of educational Psychology, 91*(2), 241.

Zimmerman, B. J., & Schunk, A. (2008). Motivation: An essential dimension of self-regulated learning. In D. H. Schunk & B. J. Zimmerman (Eds.), *Motivation and self-regulated learning: Teory research, and application* (ss. 1-30). New York: Erlbaum.

Zimmerman, B. J., Bandura, A., & Martinez-Pons, M. (1992). Self-motivation for academic attainment: The role of self-efficacy beliefs and personal goal setting. *American educational research journal*, *29*(3), 663-676.

EKLER

EK-1: MAHALONOBİS UZAKLIK DEĞERLERİ VE ANLAMLILIK DÜZEYLERİ

EK-2: VIF, TV ve CI DEĞERLERİ

EK-3: İZİN BELGESİ

EK-4: MATEMATİKTE ÖZ YETERLİK KAYNAKLARI ÖLÇEĞİ

EK-5: MATEMATİKSEL MUHAKEME TESTİ

EK-6: ZİHİNSEL ÇEVİRME TESTİ ÖRNEK SORULAR

EK-7: KÂĞIT KATLAMA TESTİ ÖRNEK SORULAR

EK-8: MATEMATİK BAŞARI TESTİ ÖRNEK SORULAR

EK-9: PROBLEM ÇÖZME TESTİ ÖRNEK SORULAR

EK-1: MAHALONOBİS UZAKLIK DEĞERLERİ VE ANLAMLILIK DÜZEYLERİ

Gözlem No	Mahal. Uzaklık	p	Gözlem No	Mahal. Uzaklık	p	Gözlem No	Mahal. Uzaklık	p	Gözlem No	Mahal. Uzaklık	p
1	1,19541	0,0012	26	3,39016	0,0532	51	4,50732	0,1250	76	5,11873	0,1762
2	1,31195	0,0017	27	3,4677	0,0572	52	4,51053	0,1253	77	5,12236	0,1765
3	1,83829	0,0062	28	3,54953	0,0615	53	4,51769	0,1258	78	5,12612	0,1768
4	2,23437	0,0128	29	3,55096	0,0616	54	4,56642	0,1297	79	5,14223	0,1783
5	2,42509	0,0172	30	3,55933	0,0620	55	4,56975	0,1299	80	5,16161	0,1800
6	2,55398	0,0206	31	3,615	0,0651	56	4,58029	0,1308	81	5,19895	0,1834
7	2,56593	0,0209	32	3,70697	0,0704	57	4,58382	0,1310	82	5,22038	0,1853
8	2,59041	0,0217	33	3,83478	0,0781	58	4,59154	0,1316	83	5,22098	0,1854
9	2,63141	0,0229	34	3,90978	0,0828	59	4,63516	0,1351	84	5,23807	0,1869
10	2,9165	0,0325	35	3,93179	0,0842	60	4,67638	0,1384	85	5,26994	0,1898
11	2,96297	0,0343	36	3,99064	0,0880	61	4,68103	0,1388	86	5,29285	0,1919
12	3,05224	0,0378	37	4,02626	0,0903	62	4,70617	0,1409	87	5,29686	0,1923
13	3,13638	0,0414	38	4,03541	0,0909	63	4,74911	0,1444	88	5,35537	0,1977
14	3,18406	0,0435	39	4,04711	0,0917	64	4,75745	0,1451	89	5,35913	0,1981
15	3,24147	0,0461	40	4,07998	0,0939	65	4,78644	0,1475	90	5,41335	0,2031
16	3,24612	0,0463	41	4,12405	0,0969	66	4,80733	0,1492	91	5,4233	0,2040
17	3,26278	0,0470	42	4,12972	0,0973	67	4,81665	0,1500	92	5,47518	0,2089
18	3,28853	0,0483	43	4,13774	0,0979	68	4,82217	0,1505	93	5,49352	0,2107
19	3,30869	0,0492	44	4,18248	0,1010	69	4,89913	0,1570	94	5,49762	0,2111
20	3,30937	0,0492	45	4,27641	0,1077	70	4,92196	0,1589	95	5,49809	0,2111
21	3,32292	0,0499	46	4,37449	0,1149	71	4,97193	0,1633	96	5,51691	0,2129
22	3,32485	0,0500	47	4,44203	0,1200	72	4,98063	0,1640	97	5,52841	0,2140
23	3,32834	0,0502	48	4,47455	0,1225	73	5,01179	0,1667	98	5,5346	0,2146
24	3,34112	0,0508	49	4,49073	0,1237	74	5,03529	0,1688	99	5,54125	0,2152
25	3,36312	0,0519	50	4,50362	0,1247	75	5,0516	0,1702	100	5,55536	0,2165

Gözlem No	Mahal. Uzaklık	p	Gözlem No	Mahal. Uzaklık	p	Gözlem No	Mahal. Uzaklık	p	Gözlem No	Mahal. Uzaklık	p
101	5,55817	0,2168	126	6,00406	0,2605	151	6,44166	0,3050	176	7,03749	0,3668
102	5,57806	0,2187	127	6,03205	0,2633	152	6,48016	0,3089	177	7,04799	0,3679
103	5,60268	0,2211	128	6,03469	0,2636	153	6,49274	0,3102	178	7,07821	0,3710
104	5,62091	0,2228	129	6,04466	0,2646	154	6,50295	0,3113	179	7,15588	0,3791
105	5,6538	0,2260	130	6,04736	0,2648	155	6,51047	0,3121	180	7,16341	0,3799
106	5,65553	0,2262	131	6,06747	0,2669	156	6,51274	0,3123	181	7,18598	0,3822
107	5,65955	0,2266	132	6,07033	0,2671	157	6,51854	0,3129	182	7,18812	0,3825
108	5,66807	0,2274	133	6,12197	0,2724	158	6,52862	0,3139	183	7,2116	0,3849
109	5,67994	0,2285	134	6,12238	0,2724	159	6,54289	0,3154	184	7,23053	0,3869
110	5,70772	0,2312	135	6,12628	0,2728	160	6,58192	0,3194	185	7,2421	0,3881
111	5,71857	0,2323	136	6,13171	0,2733	161	6,58251	0,3195	186	7,26703	0,3907
112	5,72059	0,2325	137	6,15591	0,2758	162	6,61153	0,3225	187	7,28215	0,3922
113	5,73646	0,2340	138	6,19276	0,2795	163	6,69038	0,3307	188	7,31301	0,3954
114	5,74889	0,2352	139	6,21716	0,2820	164	6,70326	0,3320	189	7,32079	0,3962
115	5,75587	0,2359	140	6,21984	0,2823	165	6,74946	0,3368	190	7,32651	0,3968
116	5,76332	0,2367	141	6,22452	0,2828	166	6,76442	0,3384	191	7,37587	0,4020
117	5,77547	0,2378	142	6,26497	0,2869	167	6,7936	0,3414	192	7,39195	0,4036
118	5,81206	0,2414	143	6,26833	0,2872	168	6,80544	0,3426	193	7,44663	0,4093
119	5,84255	0,2444	144	6,28181	0,2886	169	6,85703	0,3480	194	7,46074	0,4107
120	5,88684	0,2488	145	6,29853	0,2903	170	6,89854	0,3523	195	7,46349	0,4110
121	5,8894	0,2491	146	6,3204	0,2925	171	6,95404	0,3581	196	7,47766	0,4125
122	5,90762	0,2509	147	6,32476	0,2930	172	6,96679	0,3594	197	7,49007	0,4138
123	5,93799	0,2539	148	6,34573	0,2951	173	6,97667	0,3605	198	7,49462	0,4142
124	5,94808	0,2549	149	6,36268	0,2969	174	6,97874	0,3607	199	7,52628	0,4175
125	5,95093	0,2552	150	6,39794	0,3005	175	6,99291	0,3621	200	7,54882	0,4198

Gözlem No	Mahal. Uzaklık	p	Gözlem No	Mahal. Uzaklık	p	Gözlem No	Mahal. Uzaklık	p	Gözlem No	Mahal. Uzaklık	p
201	7,58356	0,4234	226	7,95461	0,4613	251	8,49481	0,5149	276	9,03568	0,5660
202	7,61279	0,4264	227	7,95976	0,4618	252	8,50565	0,5159	277	9,04231	0,5666
203	7,61405	0,4265	228	7,96171	0,4620	253	8,51953	0,5173	278	9,04734	0,5671
204	7,62575	0,4277	229	7,97737	0,4636	254	8,54811	0,5200	279	9,06334	0,5686
205	7,63764	0,4290	230	7,97912	0,4638	255	8,55424	0,5206	280	9,06615	0,5688
206	7,64112	0,4293	231	7,99892	0,4658	256	8,61101	0,5261	281	9,0974	0,5717
207	7,68469	0,4338	232	8,04024	0,4699	257	8,65098	0,5299	282	9,15837	0,5772
208	7,69529	0,4349	233	8,06605	0,4725	258	8,65975	0,5307	283	9,18523	0,5797
209	7,69656	0,4350	234	8,11624	0,4775	259	8,70718	0,5353	284	9,21106	0,5820
210	7,72217	0,4376	235	8,13027	0,4789	260	8,76247	0,5405	285	9,23341	0,5840
211	7,72911	0,4383	236	8,15379	0,4813	261	8,76801	0,5410	286	9,29279	0,5893
212	7,76076	0,4416	237	8,16191	0,4821	262	8,78268	0,5424	287	9,31848	0,5916
213	7,76333	0,4418	238	8,17896	0,4838	263	8,80504	0,5445	288	9,32055	0,5918
214	7,7835	0,4439	239	8,18007	0,4839	264	8,82285	0,5462	289	9,32284	0,5920
215	7,79041	0,4446	240	8,20821	0,4867	265	8,82293	0,5462	290	9,32308	0,5920
216	7,79224	0,4448	241	8,21501	0,4874	266	8,83357	0,5472	291	9,33522	0,5931
217	7,82504	0,4481	242	8,23752	0,4896	267	8,84658	0,5484	292	9,35573	0,5949
218	7,83319	0,4490	243	8,24328	0,4902	268	8,87325	0,5509	293	9,37641	0,5967
219	7,84608	0,4503	244	8,28958	0,4948	269	8,90731	0,5541	294	9,38822	0,5978
220	7,86889	0,4526	245	8,30303	0,4961	270	8,93064	0,5563	295	9,414	0,6000
221	7,87982	0,4537	246	8,3429	0,5000	271	8,95679	0,5587	296	9,44463	0,6027
222	7,9196	0,4577	247	8,35959	0,5017	272	8,95682	0,5587	297	9,46398	0,6044
223	7,93451	0,4592	248	8,37274	0,5029	273	8,98075	0,5610	298	9,57909	0,6144
224	7,94092	0,4599	249	8,40482	0,5061	274	9,01272	0,5639	299	9,58796	0,6151
225	7,9421	0,4600	250	8,41569	0,5071	275	9,03181	0,5657	300	9,61054	0,6171

Gözlem No	Mahal. Uzaklık	p	Gözlem No	Mahal. Uzaklık	p	Gözlem No	Mahal. Uzaklık	p	Gözlem No	Mahal. Uzaklık	p
301	9,62028	0,6179	326	10,33228	0,6757	351	11,00976	0,7250	376	12,00268	0,7868
302	9,63335	0,6190	327	10,33453	0,6759	352	11,08933	0,7304	377	12,01692	0,7876
303	9,6569	0,6210	328	10,33803	0,6762	353	11,19342	0,7373	378	12,02728	0,7882
304	9,66073	0,6214	329	10,34136	0,6764	354	11,2311	0,7398	379	12,13719	0,7943
305	9,66328	0,6216	330	10,40372	0,6812	355	11,24711	0,7409	380	12,17206	0,7962
306	9,71243	0,6257	331	10,4292	0,6831	356	11,27315	0,7426	381	12,19337	0,7974
307	9,71659	0,6261	332	10,45317	0,6849	357	11,29274	0,7438	382	12,27001	0,8015
308	9,73441	0,6276	333	10,49004	0,6877	358	11,39901	0,7507	383	12,3133	0,8038
309	9,7919	0,6324	334	10,51904	0,6899	359	11,43647	0,7530	384	12,32571	0,8044
310	9,79887	0,6330	335	10,56396	0,6932	360	11,47954	0,7557	385	12,33446	0,8049
311	9,81216	0,6341	336	10,57981	0,6944	361	11,56482	0,7610	386	12,34744	0,8056
312	9,86077	0,6381	337	10,66048	0,7003	362	11,57496	0,7617	387	12,36482	0,8065
313	9,87742	0,6395	338	10,66603	0,7007	363	11,59542	0,7629	388	12,43159	0,8099
314	9,88527	0,6402	339	10,68932	0,7024	364	11,60351	0,7634	389	12,49681	0,8133
315	9,92	0,6430	340	10,72567	0,7050	365	11,67847	0,7680	390	12,4994	0,8134
316	9,96576	0,6467	341	10,78414	0,7092	366	11,69407	0,7689	391	12,55283	0,8161
317	9,99447	0,6491	342	10,78651	0,7094	367	11,70409	0,7695	392	12,77656	0,8270
318	10,01397	0,6506	343	10,80968	0,7110	368	11,73701	0,7715	393	12,92065	0,8338
319	10,02582	0,6516	344	10,84808	0,7137	369	11,74538	0,7720	394	12,97307	0,8362
320	10,03604	0,6524	345	10,86752	0,7151	370	11,76173	0,7729	395	13,02718	0,8386
321	10,10757	0,6582	346	10,88091	0,7160	371	11,78152	0,7741	396	13,04586	0,8395
322	10,13313	0,6602	347	10,88763	0,7165	372	11,7886	0,7745	397	13,07076	0,8406
323	10,20483	0,6658	348	10,91723	0,7186	373	11,79355	0,7748	398	13,13521	0,8434
324	10,21807	0,6669	349	10,92156	0,7189	374	11,89414	0,7807	399	13,17208	0,8450
325	10,3236	0,6751	350	10,96981	0,7222	375	11,91888	0,7821	400	13,27799	0,8496

Gözlem No	Mahal. Uzaklık	p	Gözlem No	Mahal. Uzaklık	p	Gözlem No	Mahal. Uzaklık	p
401	13,30544	0,8507	426	14,92472	0,9070	451	17,5131	0,9587
402	13,43137	0,8560	427	15,07183	0,9110	452	17,52583	0,9589
403	13,53887	0,8603	428	15,22288	0,9150	453	17,61514	0,9601
404	13,59818	0,8627	429	15,22845	0,9152	454	17,87611	0,9634
405	13,61169	0,8632	430	15,25558	0,9159	455	17,87892	0,9634
406	13,62719	0,8638	431	15,4554	0,9208	456	18,3602	0,9688
407	13,68743	0,8661	432	15,47543	0,9213	457	18,83431	0,9734
408	13,75232	0,8686	433	15,5234	0,9225	458	19,45627	0,9784
409	13,83295	0,8716	434	15,52913	0,9226	459	19,55388	0,9791
410	13,86257	0,8727	435	15,64539	0,9253	460	19,74214	0,9804
411	14,13361	0,8824	436	15,73402	0,9274	461	21,49144	0,9894
412	14,17551	0,8838	437	16,04358	0,9340	462	21,82603	0,9906
413	14,30584	0,8882	438	16,33816	0,9399	463	23,40112	0,9946
414	14,35414	0,8897	439	16,34027	0,9399	464	23,47721	0,9948
415	14,35876	0,8899	440	16,34256	0,9399	465	23,58892	0,9950
416	14,35876	0,8899	441	16,41818	0,9414	466	24,54981	0,9965
417	14,38236	0,8906	442	16,46419	0,9422	467	25,67948	0,9977
418	14,40394	0,8913	443	16,50591	0,9430	468	26,3764	0,9982
419	14,46005	0,8931	444	16,64431	0,9454	469	26,42223	0,9983
420	14,50105	0,8944	445	16,71515	0,9466	470	27,27146	0,9987
421	14,51054	0,8947	446	16,73789	0,9470			
422	14,61882	0,8981	447	16,86965	0,9492			
423	14,69169	0,9002	448	17,01666	0,9515			
424	14,83887	0,9045	449	17,03493	0,9518			
425	14,8857	0,9059	450	17,1319	0,9533			

EK-2: VIF, TV ve CI DEĞERLERİ

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients B	Unstandardized Coefficients Std. Error	Standardized Coefficients Beta	t	Sig.	Correlations Zero-order	Correlations Partial	Correlations Part	Collinearity Statistics Tolerance	Collinearity Statistics VIF
1	(Constant)	1,874	,494		3,792	,000					
	MÖK	,002	,000	,194	5,211	,000	,478	,235	,168	**,748**	**1,336**
	UY	,116	,019	,260	6,226	,000	,577	,277	,200	**,592**	**1,688**
	MMB	,081	,022	,176	3,623	,000	,588	,166	,117	**,441**	**2,266**
	MPB	,098	,021	,263	4,747	,000	,654	,215	,153	**,339**	**2,954**

a. Dependent Variable: MB

Collinearity Diagnostics[a]

Model	Dimension	Eigenvalue	**Condition Index (CI)**	Variance Proportions (Constant)	Variance Proportions MÖK	Variance Proportions UY	Variance Proportions MMB	Variance Proportions MPB
1	1	4,573	**1,000**	,00	,00	,00	,01	,00
	2	,231	**4,452**	,08	,03	,00	,13	,12
	3	,099	**6,812**	,01	,04	,60	,38	,04
	4	,069	**8,136**	,00	,07	,28	,49	,66
	5	,028	**12,679**	,90	,85	,11	,00	,18

EK-3: İZİN BELGESİ

T.C.
KONYA VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 83688308/605.99/274964
Konu 21/03/2013
: Araştırma İzni

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİNE
(Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı)

İlgi : 04/03/2013 tarihli ve 48178250-302-176 sayılı yazı

Üniversiteniz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı Eğitim Programı ve Öğretim Bilim Dalı doktora programı öğrencisi Eyüp YURT'un "İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Akıl Yürütme ve Problem Çözme Becerileri, Uzamsal Yetenekleri, Matematik Öz Yeterlilikleri ve Başarıları Arasındaki İlişkiler" konulu araştırmasının uygulama talebi incelenmiştir.

Üniversiteniz tarafından kabul edilen ve onaylı bir örneği Müdürlüğümüzde muhafaza edilen araştırmanın, İlimiz ekli listede bulunan okullardaki öğrencilere uygulanmasında sakınca görülmemektedir.

Araştırmada Müdürlüğümüz tarafından onaylanarak gönderilen nüshalar kullanılacak olup, sonucun CD ortamında iki nüsha olarak gönderilmesi gerekmektedir.

Bilgilerinizi ve adı geçene tebliğini arz ederim.

Mukadder GÜRSOY
İl Milli Eğitim Müdürü

EKLER:
1-Okul Listesi(1 Sayfa)
2-Anket Formu(9 Sayfa)

Güvenli Elektronik İmzalı
Aslı İle Aynıdır.
22/07/2013

Ahmet ERBEY
İl Milli Eğitim Müdürlüğü
Memur

Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5 inci maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır
Evrak teyidi http://evraksorgu.meb.gov.tr adresinden 45f7-c8d6-3629-a6a2-ad0f kodu ile yapılabilir.

Abdülaziz Mah. Atatürk Cad. 42040 Meram/KONYA
Tel : 0332 353 30 50 Faks : 0332 351 59 40
Web : http://konya.meb.gov.tr
E-Posta :konyamem@meb.gov.tr :

Strateji Geliştirme:
Bilgi:F.GÖRES
Tel : 0332 353 30 50 /1319
istatistik42@meb.gov.tr

EK-4: MATEMATİKTE ÖZ YETERLİK KAYNAKLARI ÖLÇEĞİ

		Hiç Katılmıyorum 1 — **Tamamen Katılıyorum** 100
1	Matematik sınavlarından hep yüksek notlar alıyorum.	
2	Matematikte hep başarılı olmuşumdur.	
3	Çok çalışsam da matematikten zayıf alıyorum.	
4	En son aldığım karnemde matematik notlarım yüksekti.	
5	Matematik ödevlerimi yapmada zorlanmam.	
6	En zor matematik ödevleriyle bile başa çıkabilirim.	
7	Büyüklerimin matematikte iyi olduğunu görünce matematikte daha iyi olmaya çalışıyorum.	
8	Öğretmenimi bir matematik sorusu çözerken izlediğimde, kendimi de problemi aynı şekilde çözerken hayal edebiliyorum.	
9	Arkadaşlarımın matematikte benden daha iyi olması, beni daha çok çalışmaya teşvik ediyor.	
10	Bir arkadaşımı matematik sorusu çözerken izlediğimde, kendimi de problemi aynı şekilde çözerken hayal edebiliyorum.	
11	Çok zor matematik problemlerinin üstesinden başarı ile geldiğimi hayal edebiliyorum.	
12	Matematikte başkaları ile değil, kendim ile yarışıyorum.	
13	Matematik öğretmenim, matematikte iyi olduğumu söylüyor.	
14	Yakın çevrem, matematik yeteneğine sahip olduğumu söylüyor.	
15	Ailem matematikte çok iyi olduğumu söylüyor.	
16	Matematikteki yeteneğimden dolayı takdir ediliyorum.	
17	Sınıf arkadaşlarım matematikte iyi olduğumu söylüyor.	
18	Sınıf arkadaşlarım matematikte iyi olduğumu düşündükleri için benimle çalışmak istiyor.	
19	Matematik dersinde sınıfta olmak bile kendimi gergin hissetmeme yetiyor.	
20	Matematik ödevi yapmak beni bitkin düşürüyor.	
21	Matematik ödevimi yapmaya başladığımda strese giriyorum.	
22	Matematik ödevlerimi yaparken aklım durmuş gibi oluyor ve hiçbir şey düşünemiyorum.	
23	Matematik dersini düşününce ruhum daralıyor.	
24	Matematik sorusu çözmem gerektiğinde çok geriliyorum.	

EK-5: MATEMATİKSEL MUHAKEME TESTİ

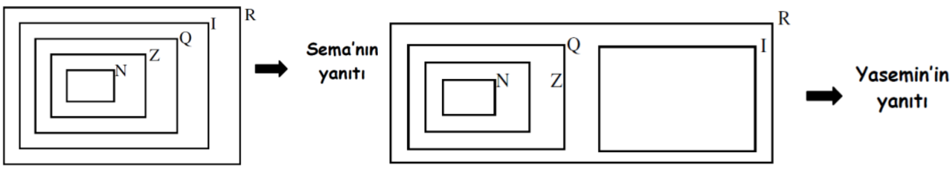
1. Bir kürenin içinin renkli sıvı ile doldurmanız gerekiyor. Küreyi yerinden oynatamadığınız için, elinizde olan silindir, koni, kare piramit veya kare prizma şeklindeki bardaklardan biriyle doldurmaksınız.

   ✓ Tüm bardakların ve kürenin yükseklikleri eşittir.
   ✓ Silindirin, koninin, kürenin yarıçap uzunlukları, kare piramidin bir kenarının uzunluğu ve kare prizmanın bir kenarının uzunluğu birbirine eşittir.

   Öyle bir bardağı seçiniz ki, en az sayıda hamle ile küreyi doldurabilsin. Bu seçimi neye göre yaptığınızı ayrıntıları ile açıklayınız.

   ……
   ……
   ……
   ……
   ……
   ……
   ……
   ……
   ……

2. Öğretmenleri Sema ve Yasemin'den şimdiye kadar öğrendikleri sayıları şema olarak göstermelerini istemiştir. Bu sayı kümeleri Doğal Sayılar(N), Tam sayılar (Z), Rasyonel Sayılar (Q), İrrasyonel sayılar (I) ve Reel sayılar (R)' dır.
   - Sema ve Yasemin'in yanıtları aşağıda verilmektedir



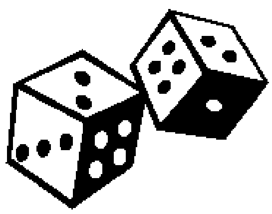
   - Hangi öğrencinin çizimi doğrudur? Nedeni ile açıklayınız.

   ……
   ……
   ……
   ……
   ……
   ……
   ……
   ……
   ……
   ……

3. Aşağıda bir çift zarın farklı iki açıdan görünüşleri verilmektedir. Bu zarlar tam "küp" şeklindedir ve rakamlar zarların üzerlerine aynı sırayla yerleştirilmiştir.

   Buna göre,

   - Üzerinde 3 yazan yüzün tam arka yüzünde hangi rakam vardır?
   - Dört yazan yüzün arkasına gelen yüzün 6 olma olasılığı nedir?



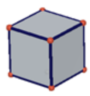
………
………
………
………
………
………
……………………………………………………………………………...……………………………………
………
………
………………………………

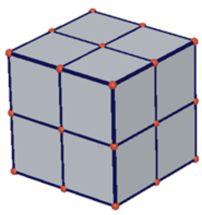
4. Aşağıdaki diyalog Sertap, Sibel ve Orhan arasında geçmektedir:

Sertap: Herhangi bir üçgenin, bir kenarı etrafında 360° döndürülmesiyle oluşan cisme dik koni denir.
Sibel: Ama farklı kenarları etrafında döndüğünde başka cisimler oluşuyor bazıları eğik duruyor, bazıları eğik durmuyor. Madem o zaman neden “dik” koni denilsin ki?
Orhan: Hayır, zaten bütün koniler diktir. Dik olmayan koni çizilemez.
Buradaki öğrenciler tarafından hatalı veya eksik olarak verilen bilgi var mıdır? Her bir öğrenciye, nerede hatalı veya nerede haklı olduklarını vurgulayan bir mektup yazınız.

………
………
………
………
………
………
……………………………………………………………………………...……………………………………
………
……..

5. Ayşe elindeki küçük küpleri bir araya getirerek daha büyük küpler elde etmeye çalışıyor. İlk önce bir tane küçük küp koyuyor (şekil 1). Daha sonra iki tane küçük küpü yan yana koyuyor ve diğer küçük küpleri de, cisim daha büyük bir küp olacak şekilde yerleştiriyor(şekil 2).


Şekil 1


Şekil 2

Ayşe beş tane küçük küp yan yana koyarak başladığı daha büyük küpün tamamı için kaç küp gerektiğini tek tek küpleri koymadan hesaplamak istiyor. Ayşe bunu nasıl yapabilir? Ayrıntıları ile açıklayınız.

………
………
………
………
………
………
……………………………………………………………………………...……………………………………

6. Fatma'dan öğretmeni, içini göremediği bir torbaya elini sokmasını ve içinde olan düzgün geometrik cismin ne olduğunu görmeden -sadece dokunarak- anlamasını istemiştir. Fatma dokunarak hissedebildiği geometrik cisme ilişkin, defterine aşağıdaki notları almıştır:
    - Toplam 5 tane köşesi var.
    - Yan yüzleri üçgensel bölge, tabanı üçgensel bölge değil.
    - Tabanın karşılıklı olan kenar uzunlukları eşit.

    Bu bilgilere göre;

    a) Bu geometrik cismin ne olabileceğini tahmin ediniz. Neden bu tahmini yaptığınızı ayrıntılarıyla açıklayınız.
    b) Silindir olma olasılığı nedir? Nedenleri ile açıklayınız.
    c) Prizma olma olasılığı nedir? Nedenleri ile açıklayınız.
    d) Kare piramit olma olasılığı nedir? Nedenleri ile açıklayınız.

……
……
……
……
……
……
…………………………………………………………………….…………………………………
……
……
……

7. Aşağıdaki diyalog öğretmen ile Canan ve Ayşe arasında geçmektedir:

    Öğretmen: Bir kürenin bir dikdörtgensel düzlem ile arakesiti nedir?
    Canan: Bence dikdörtgendir. Düzlemin büyüklüğü kadarlık bölümü küre ile kesişir.
    Ayşe: Bence dairedir. Düzlem sınırsız genişleyen bir bölge olduğundan kesişimi daire olacaktır.

    Buradaki öğrenciler tarafından verilen hatalı veya eksik bilgi var mıdır? Her bir öğrenciye, nerede hatalı veya nerede haklı olduklarını vurgulayan bir mektup yazınız.

……
……
……
……
……
……
…………………………………………………………………….…………………………………
……
……

8. Pazarlamacı Mehmet Bey, işi gereği sıklıkla şehirlerarası yolculuk yapmakta ve haftada 1000 litrelik malları yakın bir şehirde pazarlamaktadır. Mehmet Bey en az seferi yapacağı en ekonomik yakıt tüketen aracı satın almak istiyor. Bu kriterler açısından her bir arabanın uygunluğunu değerlendirin. Aşağıda verilen bilgilere göre hangi arabayı alması Mehmet Bey'in isteklerini karşılar? Neden? Düşünce biçiminizi açıkça ifade ediniz.

RENAULT	
Motor Hacmi (cc)	1598
Son Hız (km/s)	181
0-100 km/s Hızlanma (sn)	12.4
Şehir İçinde (litre)	8.6
Şehir dışı (litre)	5.8
Bagaj Hacmi (litre)	485

PEUGEOT	
Motor Hacmi (cc)	1587
Son Hız (km/s)	190
0-100 km/s Hızlanma (sn)	10.7
Şehir içi (litre)	9.5
Şehir dışı (litre)	5
Bagaj Hacmi (litre)	420

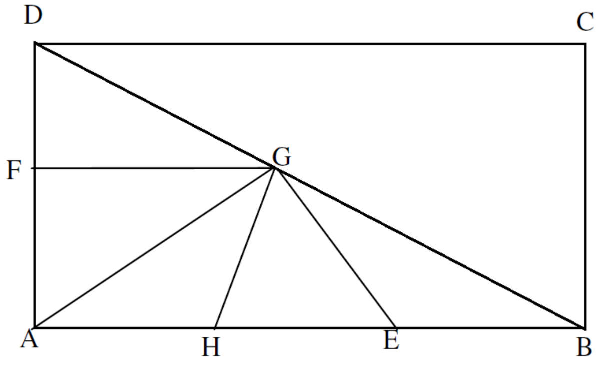
OPEL	
Motor Hacmi (cc)	1199
Son Hız (km/s)	180
0-100 km/s Hızlanma (sn)	14.0
Şehir İçinde (litre)	7.3
Şehir dışı (litre)	4.8
Bagaj Hacmi (litre)	260

VOLKSWAGEN	
Motor Hacmi (cc)	1896
Son Hız (km/s)	180
0-100 km/s Hızlanma (sn)	12.6
Şehir içi (litre)	6.5
Şehir dışı (litre)	4.1
Bagaj Hacmi (litre)	330

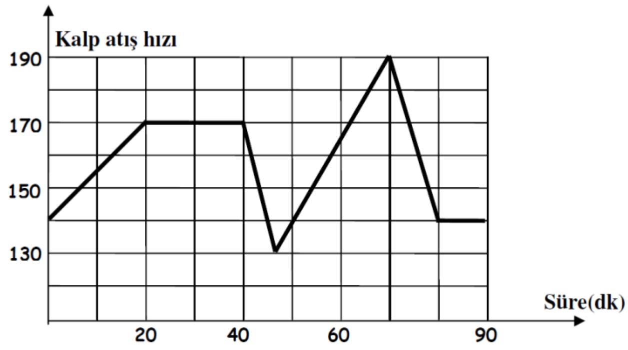
....
....
....
....
....
....
....
....

9. Aşağıdaki şekilde kaç tane üçgen bulunmaktadır? Bulduğunuz üçgenleri harflendirerek listeleyiniz.

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....



10. Kalp atışlarımızın hızı, yaşamımızın temel fonksiyonudur. Yaşamımızın sağlıklı olarak devamı için, kalp atış hızımız aşağıda formülü verilen aralıklarda atmalıdır:



Kalbimiz, bu formülle bulunan aralıklarda atarsa, kalp sağlığımız yerindedir. Yan tarafta 25 yaşındaki Fenerbahçeli futbolcu Serhat'ın bir maç boyunca kalp atış hızı grafiği verilmiştir. Yukarıda verilen güvenli kalp atış hızı hesabından yararlanarak, maç boyunca futbolcunun kalbinin düzenli atıp atmadığını grafikle ilişkilendirerek yorumlayınız.

Güvenli kalp atışı hızı= 220-insanın yaşı)

Asgari(en az) güvenli kalp atış hızı = güvenli kalp atışı x %60

Azami (en çok) güvenli kalp atış hızı = güvenli kalp atışı x %90

- İlk 20 dakika boyunca Serhat'ın kalbi

………
………
………
………

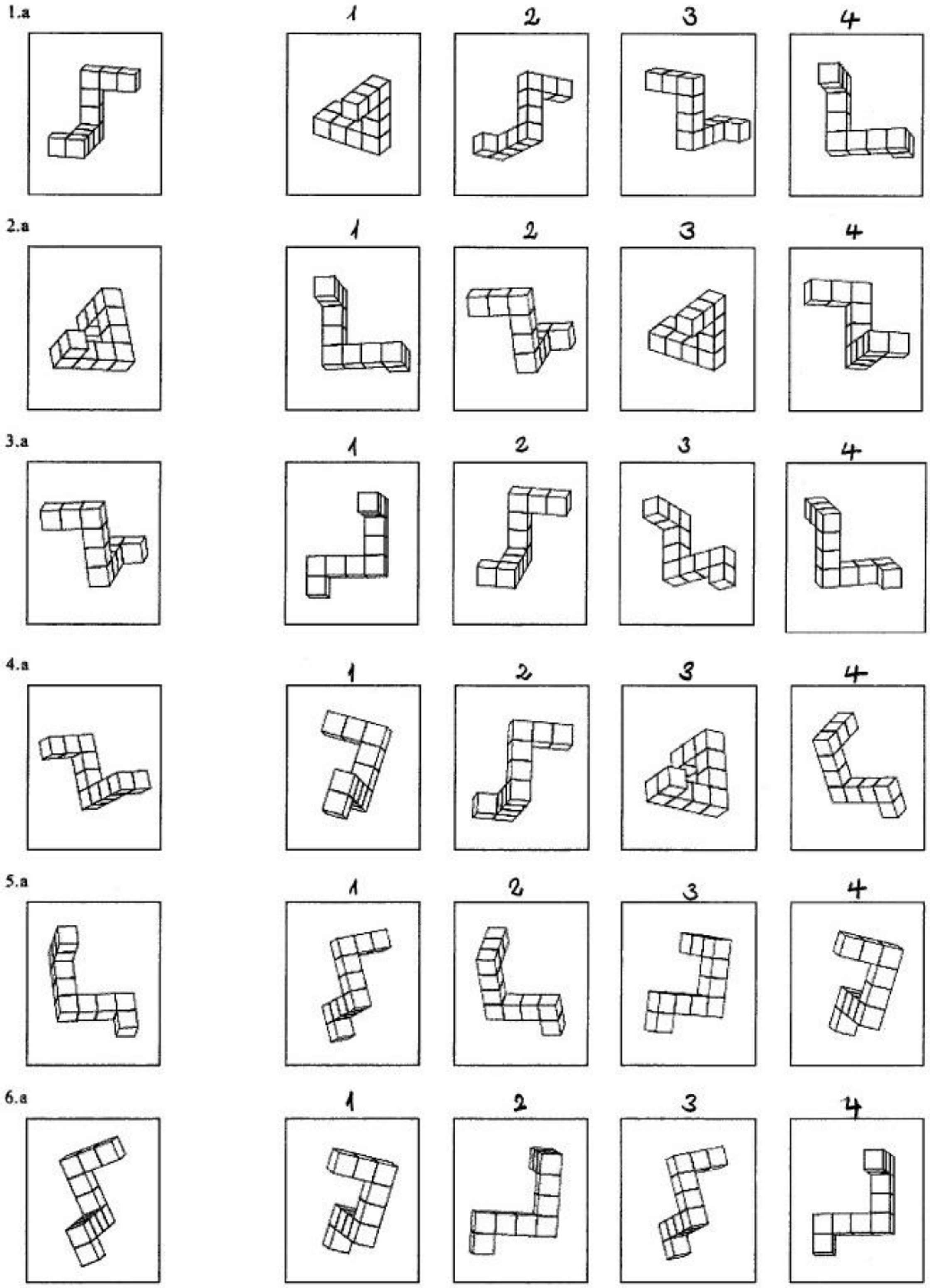
- 20 dakika ile 40 dakika arasında Serhat'ın kalbi,

………
………
………
………

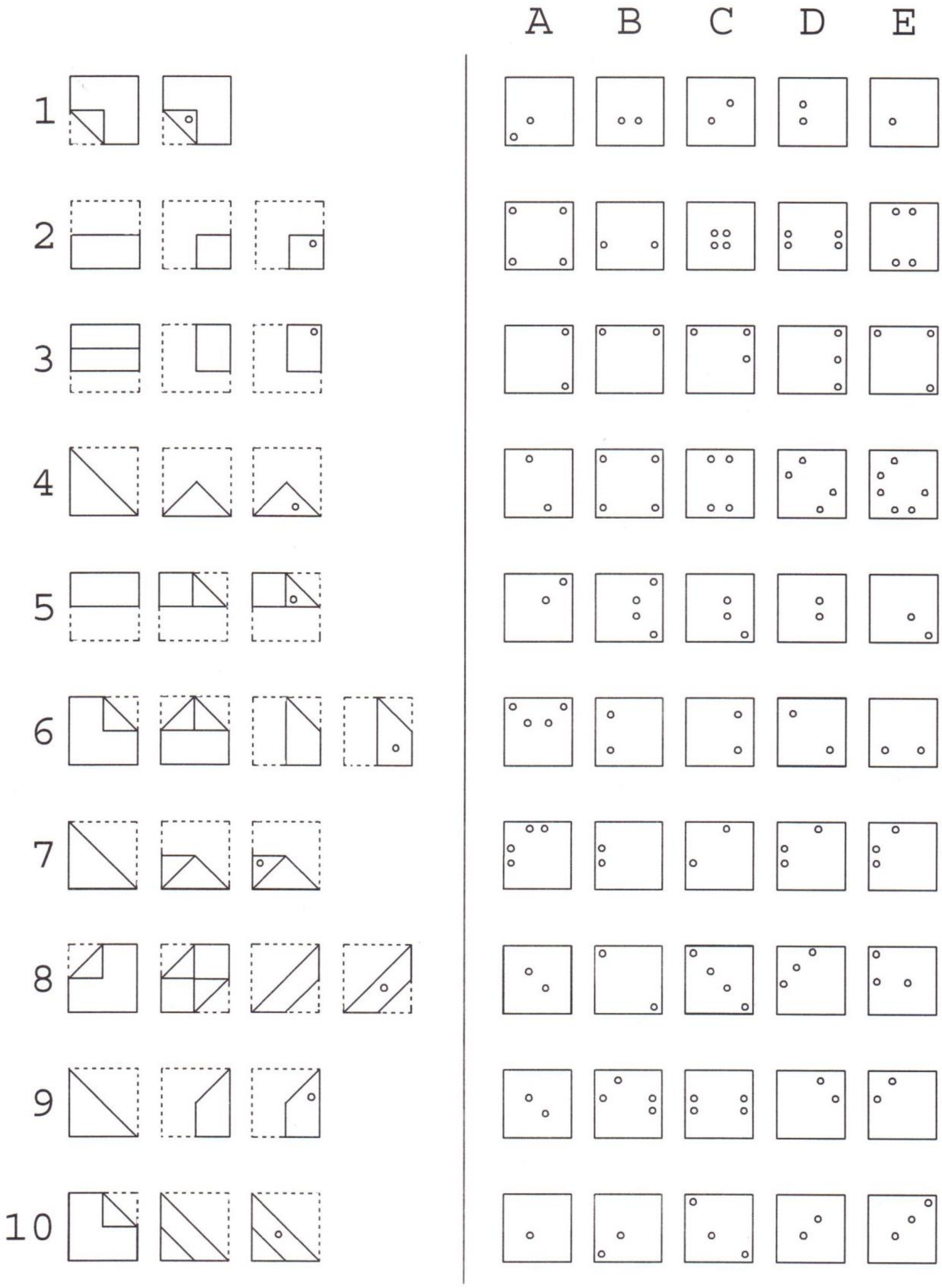
- 45 ile 70 dakika arasında Serhat'ın kalbi

………
………
………
………

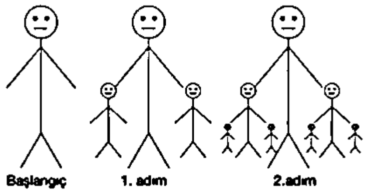
EK-6: ZİHİNSEL ÇEVİRME TESTİ ÖRNEK SORULAR



EK-7: KÂĞIT KATLAMA TESTİ ÖRNEK SORULAR



EK-8: MATEMATİK BAŞARI TESTİ ÖRNEK SORULAR



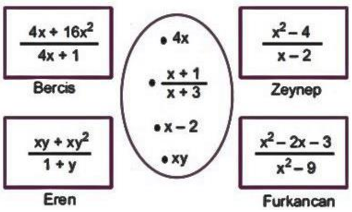
1. Yukarıdaki şekilde çöp adamlardan oluşturulan fraktalın başlangıç ve ilk iki adımı verilmiştir. Buna göre, 5. adımdaki çöp sayısı kaçtır?

A) 31 B) 63 C) 64 D) 127

2. Yukarıdaki kartlar ters çevrilip karıştırılıyor ve harfler görülmeyecek şekilde yeniden diziliyor. Rastgele çekilen iki kartta da A harfinin bulunma olasılığı nedir?

A) 12/35 B)1/35 C)43/210 D)1/25

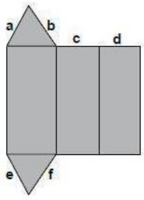
3. Duygu öğretmen, tahtaya dört rasyonel ifade yazarak öğrencilerinden bu ifadelerin en sade hallerini bulmalarını istiyor.



Öğrencilerin verdiği cevaplar ortadaki küme içinde verildiğine ve bir öğrenci yanlış cevap verdiğine göre, hangi öğrenci yanlış yapmıştır?

A) Bercis B) Zeynep C) Eren D) Furkancan

4. Tabanı çeşitkenar üçgen şeklinde olan bir prizmanın açınımı yukarıda verilmiştir.



Aşağıdakilerin hangisindeki ayırt uzunlukları birbirine eşittir?

A) a ile c B) e ile d C) f ile d D) a ile f

EK-9: PROBLEM ÇÖZME TESTİ ÖRNEK SORULAR

1. Bir iş için iki ödeme seçeneği sunulmaktadır. Birinci seçenek haftada 300 TL, ikinci seçenek ise saati 7.5 TL'dir. Sizce hangi ödeme seçeneği daha avantajlıdır? Ödeme seçenekleri, hangi faktör ya da faktörlerden etkilenir? Aşağıdaki adımları gerçekleştirerek problemi çözünüz.

Problemi tanımla (Problemde bilinmeyen ve ulaşılmak istenen bilgi(ler) nelerdir?)

………
………
………

Plan Yap (Denklem kur; gerekli ise tablo oluştur; şema, grafik vb. çiz)

………
………
………

Planını Uygula (Denklemi çöz; şema, tablo, ve grafikleri yorumla)

………
………
………

Sonucu Kontrol Et (Ulaştığın sonuç mantıklı mı? Farklı çözüm yolları ile aynı sonuca ulaşabilir misin?)

………
………
………

2. Bir yarasa birbirini takip eden dört gün içinde toplam 1050 kelebek yemiştir. Her gün bir önceki günden 25 fazla kelebek yediğine göre, birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü gün kaç kelebek yemiştir. Aşağıdaki adımları gerçekleştirerek problemi çözünüz.

Problemi tanımla (Problemde bilinmeyen ve ulaşılmak istenen bilgi(ler) nelerdir?)

………
………
………

Plan Yap (Denklem kur; gerekli ise tablo oluştur; şema, grafik vb. çiz)

………
………
………

Planını Uygula (Denklemi çöz; şema, tablo, ve grafikleri yorumla)

………
………
………

Sonucu Kontrol Et (Ulaştığın sonuç mantıklı mı? Farklı çözüm yolları ile aynı sonuca ulaşabilir misin?)

………
………
………

3. Konya'da taksiler şu tarife ile çalışmaktadır. İlk 1 km 1.5 TL olarak sonraki her km için ise 0.9 TL olarak ücretlendirilmektedir. Ahmet Bey taksiciye 2 TL bahşiş verirse, 20 TL ile kaç kilometre gidebilir? Aşağıdaki adımları gerçekleştirerek problemi çözünüz.

Problemi tanımla (Problemde bilinmeyen ve ulaşılmak istenen bilgi(ler) nelerdir?)

………
………
………

Plan Yap (Denklem kur; gerekli ise tablo oluştur; şema, grafik vb. çiz)

………
………
………

Planını Uygula (Denklemi çöz; şema, tablo, ve grafikleri yorumla)

………
………
………

Sonucu Kontrol Et (Ulaştığın sonuç mantıklı mı? Farklı çözüm yolları ile aynı sonuca ulaşabilir misin?)

………
………
………

4. Bir salyangoz 4 metrelik bir kuyuda bulunmaktadır. Salyangoz gündüzleri 30 cm yukarı, geceleri ise 12 cm aşağı inmektedir. Salyangoz yukarı çıkmaya pazartesi günü başladığına göre kuyunun tepesine hangi gün çıkar? Aşağıdaki adımları gerçekleştirerek problemi çözünüz.

Problemi tanımla (Problemde bilinmeyen ve ulaşılmak istenen bilgi(ler) nelerdir?)

………
………
………

Plan Yap (Denklem kur; gerekli ise tablo oluştur; şema, grafik vb. çiz)

………
………
………

Planını Uygula (Denklemi çöz; şema, tablo, ve grafikleri yorumla)

………
………
………

Sonucu Kontrol Et (Ulaştığın sonuç mantıklı mı? Farklı çözüm yolları ile aynı sonuca ulaşabilir misin?)

………
………
………

EK-10: Matematik öz Yeterlik Kaynakları Ölçeğinin Ayırt Edici Geçerliğinin İncelenmesi

Maddeler	Grup	N	x	ss	t	p
m1	Üst Grup	140	87,56	13,51	15,92	,000
	Alt Grup	140	46,09	27,81		
m2	Üst Grup	140	88,91	12,66	17,45	,000
	Alt Grup	140	45,81	26,44		
m3	Üst Grup	140	81,44	27,86	4,79	,000
	Alt Grup	140	64,11	32,67		
m4	Üst Grup	140	96,50	8,94	11,90	,000
	Alt Grup	140	64,39	30,77		
m5	Üst Grup	140	93,99	10,50	13,70	,000
	Alt Grup	140	58,93	28,49		
m6	Üst Grup	140	87,63	15,25	18,43	,000
	Alt Grup	140	40,53	26,21		
m7	Üst Grup	140	92,75	11,49	15,34	,000
	Alt Grup	140	45,75	34,51		
m8	Üst Grup	140	87,80	20,40	15,05	,000
	Alt Grup	140	38,96	32,66		
m9	Üst Grup	140	90,09	16,89	13,45	,000
	Alt Grup	140	47,31	33,74		
m10	Üst Grup	140	87,94	18,22	18,31	,000
	Alt Grup	140	32,05	31,28		
m11	Üst Grup	140	92,35	11,95	16,25	,000
	Alt Grup	140	40,88	35,66		
m12	Üst Grup	140	87,86	22,15	9,83	,000
	Alt Grup	140	54,17	34,10		
m13	Üst Grup	140	90,52	12,44	21,61	,000
	Alt Grup	140	28,96	31,43		
m14	Üst Grup	140	92,47	11,19	19,43	,000
	Alt Grup	140	33,71	34,11		
m15	Üst Grup	140	93,16	9,76	19,51	,000
	Alt Grup	140	35,76	33,54		
m16	Üst Grup	140	88,20	14,84	26,89	,000
	Alt Grup	140	22,99	24,65		
	Üst Grup	140	87,90	13,15		
m17	Alt Grup	140	21,50	24,25	28,56	,000

Maddeler	Grup	N	x	ss	t	p
m18	Üst Grup	140	78,82	22,55	28,28	,000
	Alt Grup	140	10,96	17,33		
m19	Üst Grup	140	29,11	32,99	-4,29	,000
	Alt Grup	140	46,08	33,31		
m20	Üst Grup	140	33,52	32,68	-2,33	,021
	Alt Grup	140	42,53	32,08		
m21	Üst Grup	140	26,17	29,69	-3,10	,002
	Alt Grup	140	37,64	32,35		
m22	Üst Grup	140	28,79	35,22	-3,08	,002
	Alt Grup	140	41,71	35,10		
m23	Üst Grup	140	24,90	30,08	-4,03	,000
	Alt Grup	140	40,45	34,54		
m24	Üst Grup	140	28,40	33,60	-3,72	,000
	Alt Grup	140	43,52	34,57		
Toplam	Üst Grup	140	115,96	27,81	6,96	,000
	Alt Grup	140	89,61	35,28		

T. C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Özgeçmiş

Adı Soyadı:	Eyüp YURT			
Doğum Yeri:	Erzincan /Merkez			
Doğum Tarihi:	13.11.1984			
Medeni Durumu:	Evli			
Öğrenim Durumu				
Derece	Okulun Adı	Program	Yer	Yıl
Ortaöğretim	Cumhuriyet İlköğretim Okulu	-	Erzincan	1997-2000
Lise	Erzincan Anadolu Öğretmen Lisesi	-	Erzincan	2000-2004
Lisans	Kocaeli Üniversitesi	İlk. Mat. Öğrt.	Kocaeli	2004-2008
Y. Lisans	Selçuk Üniversitesi	Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı / Eğitim Programları ve Öğretim Bilim Dalı	Konya	2009-2011
İş Deneyimleri	Arş. Gör.	S. Ü. A. K. Eğitim Fakültesi		2010-2012
	Arş. Gör.	N E. Ü. A. K. Eğitim Fakültesi		2012-2013
	Öğretim Gör.	N E. Ü. A. K. Eğitim Fakültesi		2013-2014
Tel:	332 3238220 / 5682			
Hakkımda Bilgi Almak İçin Önerebileceğim Şahıslar	Prof. Dr. Ali Murat Sünbül (asunbul@konya.edu.tr), Doç. Dr. Ömer Beyhan (obeyhan@konya.edu.tr), Yrd. Doç. Dr. Muhittin Çalışkan (muhittincaliskan33@hotmail.com).			
Adres	Necmettin Erbakan Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi A Blok No: 455 Meram / Konya eyupyurt@gmail.com, eyurt@konya.edu.tr			