

T.C
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ
MATEMATİK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

İLKÖĞRETİM MATEMATİK VE SINIF ÖĞRETMENİ
ADAYLARININ MATEMATİKSEL MODELLEMeye YÖNELİK
GÖRÜŞLERİ VE MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİKLERİ

DOKTORA TEZİ

EDA KORKMAZ

Balıkesir, Eylül - 2010

T.C
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ
MATEMATİK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

İLKÖĞRETİM MATEMATİK VE SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ
MATEMATİKSEL MODELLEMeye YÖNELİK GÖRÜŞLERİ VE
MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİKLERİ

DOKTORA TEZİ

EDA KORKMAZ

Balıkesir, Eylül-2010

T.C
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ
MATEMATİK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

İLKÖĞRETİM MATEMATİK VE SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ
MATEMATİKSEL MODELLEMeye YÖNELİK GÖRÜŞLERİ VE
MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİKLERİ

DOKTORA TEZİ

EDA KORKMAZ

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hülya GÜR

Sınav Tarihi: 14. 09. 2010

Jüri Üyeleri: Prof. Dr. Mehmet SEZER (MÜ)

Doç. Dr. Hülya GÜR (Danışman-BAÜ)

Doç. Dr. Soner DURMUŞ (AİBÜ)

Yrd. Doç. Dr. M.Sabri KOCAKÜLAH (BAÜ)

Yrd. Doç. Dr. Ayşen KARAMETE (BAÜ)

Balıkesir, Eylül-2010

ÖZET

İLKÖĞRETİM MATEMATİK VE SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ MATEMATİKSEL MODELLEMeye YÖNELİK GÖRÜŞLERİ VE MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİKLERİ

Eda KORKMAZ

Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ortaöğretim Fen ve Matematik
Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı, Matematik Eğitimi

(Doktora Tezi/Tez Danışmanı: Doç.Dr. Hülya GÜR)

Balıkesir, 2010

Bu çalışmada ilköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarına modeller ve matematiksel modelleme bakış açısını tanıtmak, uygulama öncesi ve sonrasında görüşlerinin ve tutumlarının değişip değişmediğini ve matematiksel modelleme yeterliklerinin belirlenmesi amaçlanılmıştır. Araştırma, Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliğinden 37 ve Sınıf Öğretmenliğinden 33 öğrenci olmak üzere toplam 70 öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Çalışmada Modeller ve Modelleme Anketi, Matematik Tutum Ölçeği, Isınma Problemleri ve açık uçlu problemlerden oluşan iki ayrı etkinlik uygulanmıştır. Ayrıca çalışma sonunda aynı anket ve tutum ölçeği ikinci kez uygulanmış olup 22 öğretmen adayı ile de bireysel görüşmeler yapılmıştır.

Çalışmadan elde edilen nitel veriler puanlama anahtarları yardımıyla, nicel veriler ise SPSS 12.0 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmanın sonunda öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrasında modeller ve modelleme görüşlerinde ve matematik dersine karşı tutumlarında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir. Bununla birlikte, İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adayları arasında matematiksel modelleme yeterlikleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Ayrıca matematiksel modelleme sürecinde öğretmen adaylarının güçlükler yaşadığı ve bunu yapılan görüşmelerde de dile getirdikleri saptanmıştır. Öğretmen adayları modellemenin karmaşık ve uzun süren bir süreç olduğu halde bu süreci yaşamaktan keyif aldıklarını ve matematiğin günlük yaşamdaki önemini farkına vardıklarını belirtmişlerdir. Çalışmanın sonucunda eğitim fakültelerindeki öğretmen yetiştiren uzmanlara, modellemeyi matematik derslerinde kullanmakta veya kullanacak olan öğretmenlere ve program hazırlayan uzmanlara yönelik önerilere yer verilmiştir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Matematiksel modelleme, model, modelleme yeterliği, öğretmen adayları

ABSTRACT

MIDDLE SCHOOL PROSPECTIVE MATHS AND ELEMENTARY SCHOOL PROSPECTIVE TEACHERS' VIEWS ABOUT MATHEMATICAL MODELLING AND THEIR MATHEMATICAL MODELLING COMPETENCY

Eda KORKMAZ

**Balikesir University, Institute of Science, Department of Secondary Science and
Mathematics Education, Mathematics Education**

(PhD. Thesis / Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hülya GÜR)

Balikesir, Turkey, 2010

The aim of this research is to introduce models and mathematical modelling perspective to prospective teachers and to determine whether or not their views and attitude before and after the application change and also to examine their mathematical modelling competency. 37 maths prospective teachers and 33 elementary school prospective teachers from Balikesir University Necatibey Faculty of Education, totally 70, third year prospective teachers, participated in the research. Models and a questionnaire of Modelling, Mathematical Attitude Scale, Heating problems and two different activities including open-ended problems were carried out in this research. In addition, at the end of the research the same questionnaire and attitude scale were applied once again. Then, 22 prospective teachers were also interviewed individually.

The qualitative data which was obtained in the research was analyzed with the help of rubric. The quantitative data was analyzed by using SPSS 12.0 package program. At the result of analysis conducted in the light of the data obtained in the research, a statistically significant difference was observed at the models and modelling views of prospective teachers before and after the application. However, among elementary and middle school prospective maths teachers a statistically significant difference in terms of mathematical modelling competency was not observed. Apart from these, it was observed that prospective teachers had difficulty in the process of mathematical modelling and it was seen that they expressed this at the interviews. The prospective teachers also expressed that they took great pleasure in experiencing the process and they stated that they noticed how important mathematics is in daily life. At the result of the research necessary suggestions directed at educational experts at the Faculties of Education, teachers using or to use modelling at maths lessons and also experts preparing programs were included.

KEY WORDS: Mathematical modelling, model, modelling competency, prospective teachers

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ	ix
ÖNSÖZ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 Araştırmanın Amacı	3
1.2 Araştırmanın Önemi	3
1.3 Araştırma Problemi	4
1.4 Araştırma Soruları	4
1.5 Sayıtlar	9
1.6 Sınırlılıklar	9
1.7 Kısaltmalar	10
1.8 Araştırmanın Bölümleri	10
2. LİTERATÜR VE BAZI ÖN BİLGİLER	12
2.1 Model ve Matematiksel Modelleme Konusundaki Teorik Bilgiler	12
2.1.1 Model ve Modellerin Sınıflandırılması	12
2.1.2 Modeller ve Matematiksel Modelleme Bakış Açısı	16
2.1.3 Model Oluşturma Aktiviteleri	25
2.1.4 Öğretimde Niçin Modellere İhtiyaç Duyarız?	29
2.2 İlgili Araştırmalar	35
3. YÖNTEM	69
3.1 Araştırmanın Modeli	69
3.2 Veri Toplama Araçları	69
3.2.1 Modeller ve Modelleme Anketi	70
3.2.2 Matematik Tutum Ölçeği	71
3.2.3 Isınma Problemleri	71
3.2.4 Ayak İzi Problemi ve Voleybol Problemi Etkinliği	72
3.2.5 Modelleme Performansını Değerlendirme için Puanlama Anahtarı	72
3.2.6 Görüşme	72
3.3 Deneme Çalışmaları	73
3.3.1 Modeller ve Modelleme Anketi, Matematik Tutum Ölçeği ve Etkinlikler	74
3.3.2 Görüşme	74
3.4 Verilerin Toplanması	74
3.4.1 Örneklem	75
3.4.1.1 Modeller ve Modelleme Anketi, Tutum Ölçeği ve Etkinliklerin Örneklemi	75
3.4.1.2 Görüşme Örneklemi	76
3.4.2 Modeller ve Modelleme Anketinin, Matematik Tutum Ölçeğinin, Etkinliklerin ve Görüşmelerin Uygulanması	76
3.5 Verilerin Analizi	78

3.5.1	Modeller ve Modelleme Anketinde Yer alan Maddelerin Ortalama Değerlerinin Hesaplanması	78
3.5.2	Görüşme Kayıtlarının Analizi	79
3.5.3	Etkinliklerin Analizi	80
4. BULGULAR VE YORUMLAR		82
4.1 BULGULAR VE YORUMLAR-I BETİMLEMELİ İSTATİSTİK		82
4.1.1	Modeller ve Modelleme Anketi	82
4.1.2	Görüşme Kayıtlarının Analizi	97
4.1.2.1	Model	98
4.1.2.2	Matematikselsel Modelleme	105
4.1.2.3	Matematikselsel Modelleme Süreci	113
4.1.3	Modelleme Süreci	125
4.1.3.1	Isınma Problemlerindeki Matematikselsel Modelleme Süreci	125
4.1.3.2	Etkinliklerdeki Matematikselsel Modelleme Süreci	135
4.1.4	Öğretmen Adaylarının Modelleme Yeterlikleri	148
4.1.4.1	Sınıf Öğretmeni Adaylarının Ayak izi Problemiyle ilgili Modelleme Yeterlikleri	148
4.1.4.2	İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Ayak izi Problemiyle ilgili Modelleme Yeterlikleri	155
4.1.4.3	Sınıf Öğretmeni Adaylarının Voleybol Problemi ile ilgili Modelleme Yeterlikleri	168
4.1.4.4	İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Voleybol Problemi ile ilgili Modelleme Yeterlikleri	178
4.2 BULGULAR VE YORUMLAR-II YORDAMALI İSTATİSTİK		187
4.2.1	Öğretmen Adaylarının Modeller ve Modelleme ile ilgili Görüşleri	187
4.2.2	Öğretmen Adaylarının Modelleme Yeterlikleri	194
4.2.3	Öğretmen Adaylarının Tutumları	195
5. TARTIŞMA		198
5.1	Öğretmen Adaylarının Modeller ve Matematikselsel Modelleme ile İlgili Görüşleri	198
5.2	Öğretmen Adaylarının Matematikselsel Modelleme Süreci Sonrasında Tutumları	202
5.3	Öğretmen Adaylarının Matematikselsel Modelleme Yeterlikleri	203
5.4	Öğretmen Adaylarının Modeller ve Modelleme ile ilgili Görüşlerinin Değişimi	203
5.5	Öğretmen Adaylarının Cinsiyete Bağlı Modeller ve Modelleme ile ilgili Görüşleri	204

6. SONUÇ VE ÖNERİLER	205
6.1 Sonuçlar	205
6.2 Öneriler	209
6.3 Araştırmada Karşılaşılan Zorluklar ve Deneyimler	211
7. EKLER	213
EK-A Modeller ve Modelleme Anketi	213
EK-B Matematik Tutum Ölçeği	214
EK-C Isınma Problemleri	215
EK-D Ayak İzi Problemi	218
EK-E Voleybol Problemi	219
EK-F Modelleme Performansını Değerlendirme için Puanlama Anahtarı	221
EK-G Görüşme Formu	224
8. KAYNAKÇA	225

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa
Şekil 2.1	Modelleme Döngüleri	17
Şekil 2.2	Model ile Benzetme Arasındaki ilişki	30
Şekil 2.3	Öğrenme Sürecinde Model Oluşturma	31
Şekil 4.1	Çoklu Temsiller Olarak Modeller ile ilgili Öğretmen Adayı Görüşleri	85
Şekil 4.2	Tam bir Kopya Olarak Modeller ile İlgili Öğretmen Adayı Görüşleri	88
Şekil 4.3	Açıklayıcı Araçlar Olarak Modeller ile ilgili Öğretmen Adayı Görüşleri	90
Şekil 4.4	Bilimsel Modellerin Kullanımı ile İlgili Öğretmen Adayı Görüşleri	92
Şekil 4.5	Modellerin Yapısının Değişimi İle ilgili Öğretmen Adayı Görüşleri	94
Şekil 4.6	Model Örnekleri ile ilgili Öğretmen Adayı Görüşleri	96
Şekil 4.7	Temalar ve Alt Temaların Ayrılışı	98
Şekil 4.8	Grup FRIENDS'in 1. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)	126
Şekil 4.9	Grup Werder Weremem'in 1. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)	126
Şekil 4.10	Grup CÖHR'ün 1. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)	126
Şekil 4.11	Grup Fırında Mercimek'in 1. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)	126
Şekil 4.12	Grup Kurtlar Vadisi Pusu'nun 1. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)	127
Şekil 4.13	Grup Kurtlar Vadisi Pusu'nun 2. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)	127
Şekil 4.14	Grup FRIENDS'in 2. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)	127
Şekil 4.15	Grup Jartiyer'in 2. Soruya Cevabı (S.Ö)	128
Şekil 4.16	Grup MUALLİM'in 2. Soruya Cevabı (S.Ö)	128
Şekil 4.17	Grup GÖKYÜZÜ'nün 2. Soruya Cevabı (S.Ö)	128
Şekil 4.18	Grup Jartiyer'in 3. Soruya Cevabı (S.Ö)	129
Şekil 4.19	Grup MUALLİM'in 3. Soruya Cevabı (S.Ö)	129
Şekil 4.20	Grup Fırında Mercimek'in 3. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)	129
Şekil 4.21	Grup KARDELEN AYŞE'nin 3. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)	130
Şekil 4.22	Grup Jartiyer'in 4. Soruya Cevabı (S.Ö)	130
Şekil 4.23	Grup MUALLİM'in 4. Soruya Cevabı (S.Ö)	130
Şekil 4.24	Grup DÖRDÜ BİR ARADA'nın 4.soruya Cevabı (İ.Ö.M)	131
Şekil 4.25	Grup CIRCIR'in 4. Soruya Cevabı (S.Ö)	131
Şekil 4.26	Grup CIRCIR'in 4. Soruya Cevabı (S.Ö)	131
Şekil 4.27	Grup FRIENDS'in 4. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)	131
Şekil 4.28	Grup BAST'in 5. Soruya Cevabı (S.Ö)	132
Şekil 4.29	Grup CIRCIR'in 6. Soruya Cevabı (S.Ö)	132
Şekil 4.30	Grup GÖKYÜZÜ'nün 6. Soruya Cevabı (S.Ö)	132
Şekil 4.31	Grup FRIENDS'in 6. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)	132
Şekil 4.32	Grup ANTEN'in 6. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)	133
Şekil 4.33	Grup Jartiyer'in 7. Soruya Cevabı (S.Ö)	133
Şekil 4.34	Grup MUALLİM'in 7. Soruya Cevabı (S.Ö)	133

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa
Şekil 4.35	Grup FRIENDS'in 7. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)	134
Şekil 4.36	Grup CÖHR'ün 7. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)	134
Şekil 4.37	Grup ANTEN'in 7. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)	134
Şekil 4.38	Grup ANTEN'in Ayak izi Problemiyle ilgili Verileri	141
Şekil 4.39	Grup FRIENDS'in Ayak izi Problemiyle ilgili Verileri	144
Şekil 4.40	Grup CIRCIR'ın Ayak Boyu-Kilo Grafiği	148
Şekil 4.41	Grup CIRCIR'ın Ayak Boyu-Boy Grafiği	149
Şekil 4.42	Grup İSKORPİT'in Ayak izi Problemi Etkinliği	150
Şekil 4.43	Grup GÖKYÜZÜ'nün Ayak izi Problemi Etkinliği	151
Şekil 4.44	Grup BAST'in Ayak izi Problemi Etkinliği	152
Şekil 4.45	Grup GUPA'nın Ayak izi Problemi Etkinliği	153
Şekil 4.46	Grup ANTEN'in Ayak izi Problemi Etkinliği	156
Şekil 4.47	Grup MAT'ın Ayak izi Problemi Etkinliği	157
Şekil 4.48	Grup GFMG'nin Ayak izi Problemi Etkinliği	158
Şekil 4.49	Grup KARDELEN AYŞE'nin Ayak izi Problemine ilişkin Verileri	159
Şekil 4.50	Grup KARDELEN AYŞE'nin Ayak izi Problemi Etkinliği	159
Şekil 4.51	Grup FRIENDS'in Ayak izi Problemi Etkinliği	160
Şekil 4.52	Grup CÖHR'ün Ayak izi Problemi Etkinliği	162
Şekil 4.53	Grup DÖRDÜ BİR ARADA'nın Ayak izi Problemi Etkinliği	163
Şekil 4.54	Grup Werder Weremem'in Ayak izi Problemi Etkinliği	165
Şekil 4.55	Grup Kurtlar Vadisi Pusu'nun Ayak izi Problemi Etkinliği	166
Şekil 4.56	Grup İSKORPİT'in Voleybol Problemi Etkinliği	169
Şekil 4.57	Grup MUALLİM'in Voleybol Problemi Etkinliği	170
Şekil 4.58	Grup GUPA'nın Voleybol Problemi Etkinliği	172
Şekil 4.59	Grup GÖKYÜZÜ'nün Voleybol Problemi Etkinliği	174
Şekil 4.60	Grup BAST'ın Voleybol Problemi Etkinliği	175
Şekil 4.61	Grup KANKA'nın Voleybol Problemi Etkinliği	176
Şekil 4.62	Grup Kurtlar Vadisi Pusu'nun Voleybol Problemi Etkinliği	179
Şekil 4.63	Grup DÖRDÜ BİR ARADA'nın Voleybol Problemi Etkinliği	180
Şekil 4.64	Grup FRIENDS'in Voleybol Problemi Etkinliği	181
Şekil 4.65	Grup Werder Weremem'in Voleybol Problemi Etkinliği	182
Şekil 4.66	Grup ANTEN'in Voleybol Problemi Etkinliği	184

TABLO LİSTESİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa
Tablo 2.1	Model tabanlı açıklamaların karakteristik yapısı	32
Tablo 3.1	Test Maddelerinin Amaçlara Göre Gruplandırılması	70
Tablo 3.2	Çalışmanın Uygulama Takvimi	76
Tablo 4.1	Çoklu Temsiller Olarak Modeller ile İlgili Öğretmen Adayı Görüşleri	83
Tablo 4.2	Tam Bir Kopya Olarak Modeller ile İlgili Öğretmen Adayı Görüşleri	86
Tablo 4.3	Açıklayıcı Araçlar Olarak Modeller ile İlgili Öğretmen Adayı Görüşleri	89
Tablo 4.4	Bilimsel Modellerin Kullanımı ile İlgili Öğretmen Adayı Görüşleri	91
Tablo 4.5	Modellerin Yapısının Değişimi ile İlgili Öğretmen Adayı Görüşleri	93
Tablo 4.6	Model Örnekleri ile İlgili Öğretmen Adayı Görüşleri	95
Tablo 4.7	Model Algısı Açısından Frekans Dağılımı	98
Tablo 4.8	Modelin Özellikleri Açısından Frekans Dağılımı	101
Tablo 4.9	Model Örnekleri Açısından Frekans Dağılımı	102
Tablo 4.10	Model Kullanma Sebepleri Açısından Frekans Dağılımı	104
Tablo 4.11	Matematiksel Modelleme Algısı Açısından Frekans Dağılımı	106
Tablo 4.12	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Açısından Frekans Dağılımı	108
Tablo 4.13	Matematiksel Modelleme Aşamaları Açısından Frekans Dağılımı	110
Tablo 4.14	Matematiksel Modellemede Grup Çalışmasının Olumlu Özellikleri Açısından Frekans Dağılımı	113
Tablo 4.15	Matematiksel Modellemede Grup Çalışmasının Olumsuz Özellikleri Açısından Frekans Dağılımı	115
Tablo 4.16	Matematiksel Modellemede Bireysel Zorluklar Açısından Frekans Dağılımı	118
Tablo 4.17	Matematiksel Modellemede Edinilen Kazanımlar Açısından Frekans Dağılımı	120
Tablo 4.18	Sınıf Öğretmeni Adaylarının Ayak izi Problemiyle ilgili Performans Sonuçları (Birinci Kodlayıcı)	155
Tablo 4.19	Sınıf Öğretmeni Adaylarının Ayak izi Problemiyle ilgili Performans Sonuçları (İkinci Kodlayıcı)	155
Tablo 4.20	İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Ayak izi Problemiyle ilgili Performans Sonuçları (Birinci Kodlayıcı)	168
Tablo 4.21	İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Ayak izi Problemiyle ilgili Performans Sonuçları (İkinci Kodlayıcı)	168
Tablo 4.22	Sınıf Öğretmeni Adaylarının Voleybol Problemiyle ilgili Performans Sonuçları (Birinci Kodlayıcı)	177
Tablo 4.23	Sınıf Öğretmeni Adaylarının Voleybol Problemiyle ilgili Performans Sonuçları (İkinci Kodlayıcı)	178

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa
Tablo 4.24	İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Voleybol Problemiyle ilgili Performans Sonuçları (Birinci Kodlayıcı)	185
Tablo 4.25	İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Voleybol Problemiyle ilgili Performans Sonuçları (İkinci Kodlayıcı)	186
Tablo 4.26	Modeller ve Modelleme ile ilgili Sınıf ve İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Görüşlerinin Bağımsız Örneklem t-testi Bulguları	188
Tablo 4.27	Sınıf Öğretmeni Adaylarının Modeller ve Modelleme ile ilgili Görüşleri	190
Tablo 4.28	İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Modeller ve Modelleme ile ilgili Görüşleri	191
Tablo 4.29	Sınıf Öğretmeni Adaylarının Ön-Anket ve Son-Anket sonrası Görüşlerinin Değerlendirilmesi	192
Tablo 4.30	İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Ön-Anket ve Son-Anket sonrası Görüşlerinin Değerlendirilmesi	192
Tablo 4.31	Sınıf Öğretmeni Adaylarının Cinsiyete Bağlı Ön-Anket Görüşlerinin Değerlendirilmesi	192
Tablo 4.32	Sınıf Öğretmeni Adaylarının Cinsiyete Bağlı Son-Anket Görüşlerinin Değerlendirilmesi	193
Tablo 4.33	İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Cinsiyete Bağlı Ön-Anket Görüşlerinin Değerlendirilmesi	193
Tablo 4.34	İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Cinsiyete Bağlı Son-Anket Görüşlerinin Değerlendirilmesi	194
Tablo 4.35	İlköğretim Matematik Öğretmeni ve Sınıf öğretmeni Adaylarının Ayak izi problemiyle ilgili Matematiksel Modelleme Yeterlik Puanlarının Değerlendirilmesi	195
Tablo 4.36	İlköğretim Matematik Öğretmeni ve Sınıf öğretmeni Adaylarının Voleybol problemiyle ilgili Matematiksel Modelleme Yeterlik Puanlarının Değerlendirilmesi	195
Tablo 4.37	Sınıf Öğretmeni Adaylarının Uygulama öncesi ve Uygulama sonrasındaki Tutumlarının Karşılaştırılması	196
Tablo 4.38	İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Uygulama öncesi ve Uygulama sonrasındaki Tutumlarının Karşılaştırılması	196

ÖNSÖZ

Araştırmanın gerçekleştirilmesinde beni yüreklendiren, yönlendiren ve bana birikimlerini sunan değerli hocam Doç. Dr. Hülya GÜR'e,

Araştırmanın başından itibaren büyük özveriyle bana zaman ayıran, çalışmalarım sırasında mesafelere rağmen yakın ilgi ve desteği ile her zaman yanımda olan değerli hocam Doç. Dr. Soner DURMUŞ'a,

Çok sıkıştığım anlarda imdadıma yetişen, araştırmanın ilerlemesine büyük katkı sağlayan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Sabri KOCAKÜLAH'a

Sonsuz teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

Yaşamım boyunca her zaman yanımda olan, bana güç veren aileme ve çalışma sürecinde benim her türlü kahrımı çeken, tebessümlerini esirgemeyerek bana pozitif enerji veren sevgili arkadaşlarıma da ayrı ayrı teşekkür ederim.

Balıkesir, 2010

Eda KORKMAZ

1.GİRİŞ

Teknoloji tabanlı bilgi çağında, hayatın farklı kesimlerinden gelen eğitim rehberleri, okul dışındaki başarı için birtakım anahtar anlayış ve becerileri vurgularlar. Bu anlayış ve beceriler; yapılandırma, tanımlama, açıklama, işletme aracılığıyla karmaşık sistemlere anlam verme yeteneğini; bu gibi sistemleri tahmin etmeyi (ayrıntılı alım, kontratla kiralama, borç planları gibi); içinde başarı için önemli olan planlama, gözleme ve iletişimin olduğu çok evreli ve çok parçalı projelerde çalışmayı; kavramsal araçlara ve kaynaklara hızlı bir şekilde uyum sağlamayı içerir. Bu gibi kaynaklara ulaşımın gelişmesiyle, öğrencilere matematiksel durumları değişik şekillerde yorumlamaya ve durumlardan anladıklarını anlamlı bir şekilde ifade etmeye teşvik eden deneyimler verilmesi zorunludur.

Öğrencilerin birçok matematik yapısı konusunda önyargılı düşünceleri vardır. Ama bir öğrencinin aklında ne olduğunu bilmek herkes için imkansızdır. Fakat öğrencilerden bir model geliştirmeleri istendiği zaman, onların matematiksel bilgileri ve sahip oldukları bilginin gelişimi ile ilgili birçok sonuç ortaya konabilir. Böylece öğrencilerin dışsal olarak yarattığı dışsal sunumlar, araştırmacılar ve öğretmenlerin öğrencilerin nasıl düşündüğünü görmeleri için bir sistemdir. Benzer bir durumda, öğretmenlerin öğrencilerinin düşünme yolları hakkında bir model geliştirmelerini istediğinde, bu model öğretmenlerin öğrencilerinin bu durum hakkında ne düşündüğünü görmek için güçlü bir bakış oluşturur.

Matematik eğitiminin genel amaçları arasında öğrenciler,

- Matematiksel kavramları ve sistemleri anlayabilecek, bunlar arasında ilişkiler kurabilecek, bu kavram ve sistemleri günlük hayatta ve diğer öğrenme alanlarında kullanabileceklerdir.
- Matematikte veya diğer alanlarda ileri eğitim alabilmek için gerekli

matematiksel bilgi ve becerileri kazanabileceklerdir.

- Matematiksel problem çözüme süreci içinde kendi matematiksel düşünme ve akıl yürütme süreçlerini kullanabileceklerdir.
- Tahmin etme ve zihinden işlem yapma becerilerini etkin olarak kullanabileceklerdir.
- Problem çözüme stratejileri geliştirebilecek ve bunları günlük hayattaki problemlerin çözümünde kullanabileceklerdir.
- Model kurabilecek, modelleri sözle ve matematiksel ifadelerle ilişkilendirebileceklerdir.
- Matematiğin gücünü ve ilişkiler ağı içeren yapısını takdir edecektir.
- Entelektüel merakını ilerletecek ve geliştirebilecektir.
- Bunun yanı sıra ilköğretim matematik programı; fen ve teknoloji, sosyal bilgiler ve Türkçe derslerinin ortak becerisi olan şu becerileri öğrencilerin kazanmalarını hedeflemektedir: eleştirel düşünme, iletişim, problem çözüme, araştırma ve karar vermedir [1].

Benzer vurgu, yeni matematik müfredatında da görülebilir. Yeni müfredat matematiksel sistemlerin ve kavramların kavranmasının, bunlar arasında bağlantılar kurmanın, öğrencilerin muhakeme etme ve problem çözüme becerilerini geliştirmenin ve bunları gerçek yaşam problemlerinde uygulamanın altını çizer [2]. Öğrencilerin etkili ve sosyal gelişimi için önemli olan ortak bir ortamda matematik öğretme yeni müfredatta vurgulanan diğer bir hedefdir ve modelleme aktivitelerinin de temel bir parçasıdır.

Yeni bir eğitimsel yaklaşım olarak modeller ve modelleme; öğretim, öğrenme ve araştırma için ümit verici uygulamalardır ve Türkiye’de yeni ulusal matematik müfredatının revizyonu ve gelişimi için önemli önerilere sahip olabilir. Modeller ve modelleme bakış açısına göre, öğrenciler ‘modelleme aktiviteleri’ aracılığıyla gerçek yaşama dair problemleri/durumları yapılandırır, tanımlarlar, sunarlar, yorumlarlar ve değerlendirirler. Modelleme; basitleştirme, matematikselleştirme, transformasyon (dönüştürme), yorumlama ve doğrulamayı içeren döngüsel (cyclic) bir süreçtir. Bu çalışmanın da amacı, modeller ve modelleme bakış açısını tanıtmak, matematiksel sistemleri günlük hayatta kullanabilmek, öğretmen adaylarına

matematiksel durumları değişik şekillerde yorumlamaya ve durumlardan anladıklarını anlamlı bir şekilde ifade etmeye teşvik edecek deneyimler vermek, matematik öğrenme ve öğretilmede bu bakış açısının önemini sunmaktır.

Bugünün dünyasında, mühendislikten ekonomiye kadar tüm alanlarda en önemli gelişmelerin çoğu, doğada var olan veya insanoğlu tarafından oluşturulan bazı kompleks sistemlerin modellenmesi aracılığıyla gerçekleşmektedir. Modelleme özellikle matematiksel modelleme, eğitimin son zamanlarda önem verdiği alanlarından biridir. Matematiksel modelleme, eğitim sistemindeki bazı olguları anlamak ve bu olgular hakkında üretici çıkarımlar yapmak için de kullanılır.

1.1 Araştırmanın Amacı

Çalışmanın amacı, ilköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarına modeller ve matematiksel modelleme bakış açısını tanıtmak, onlara matematiksel durumları değişik şekillerde yorumlamaya ve bu durumlardan anladıklarını anlamlı bir şekilde ifade etmeye teşvik edecek deneyimler sağlamaktır. Ayrıca matematiksel modellemeleri günlük hayatta kullanabilmek, matematik öğrenme ve öğretilmede bu bakış açısının önemini sunmaktır. Çalışmada öncelikli olarak ilköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının modeller, modelleme ve matematiksel modellemeyle ilgili görüşlerinin belirlenmesi, uygulamaların öncesinde ve sonrasında görüşlerinin ve tutumlarının değişip değişmediğinin tespit edilmesi amaçlanılmıştır. Ayrıca araştırmanın amaçlarından biri de öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin incelenmesidir.

1.2 Araştırmanın Önemi

Öğrenme ve öğretilme bakış açısı olarak modelleme, ortak bir ortamdaki gerçek yaşama ait problemleri veya durumları yapılandırmanın, sunmanın, yorumlamanın ve değerlendirmenin önemini vurgular. Bir problemi basitleştirme, tabloları, şekilleri veya grafikleri kullanarak alt problemleri ve verileri analiz etme; yapıları keşfetme, problemin sonucu hakkında tahminlerde bulunma ve onları test

etme, verilerden eşitlikler elde etme ve bunları kullanma, stratejiler arasından seçimler yapma gibi problem çözüme becerilerinin gelişimi bu bakış açısının esas ilkelerinden biridir. Bu bakış açısına göre, modelleme aktiviteleri aracılığıyla öğrencilerin modelleri yapılandırması ümit edilir ve modelleme süreçlerinde sözel ve matematiksel ifadelerini birleştirerek matematiksel düşünme ve muhakeme etme becerilerini ifade ederler. Modelleme aktiviteleri; problemin realizasyonunu, problemlerin nasıl çözüldüğünü, fikirlerin nasıl geliştirildiğini planlamayı ve fikirlerin revizyona veya daha kapsamlısına ihtiyacı olup olmadığının ve fikirlerin problemde verilen şartları ve varsayımları karşılayıp karşılamadığının sonuçlarıyla ilgili kararlar vermeyi içeren öğrencilerin araştırma ve keşfetme becerilerini geliştirmeyi amaçlar [3].

1.3 Araştırma Problemi

Bu araştırmanın problemi; matematik öğrenme ve öğretmede önemli bir bakış açısı olan modeller, modelleme ve matematiksel modellemeyle ilgili olarak öğretmen adaylarının görüşlerinin neler olduğu, uygulamaların öncesinde ve sonrasında tutumlarının değişip değişmediği ve matematiksel modellemedeki yeterliklerinin ne düzeyde olduğudur.

1.4 Araştırma Soruları

Araştırmada beş temel soru ve bu soruların bir dizi alt sorularından olmak üzere çok sayıda soruya, nicel ve nitel yöntem ve tekniklere uygun olarak yanıt aranmaya çalışılmıştır.

Araştırma, beş temel sorudan oluşmaktadır. Araştırılacak sorular şunlardır:

S1: İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının modeller ve matematiksel modelleme ile ilgili görüşleri nelerdir?

S2: İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme uygulamalarını içeren dersler boyunca matematik tutumları nasıl değişmiştir?

S3: İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının etkinliklerdeki matematiksel modelleme yeterlikleri arasında fark var mıdır?

S4: İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının modeller ve modelleme ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüşleri arasında fark var mıdır?

S5: İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının cinsiyete bağlı olarak modeller ve modelleme ile ilgili uygulama öncesi ve uygulama sonrası görüşleri arasında fark var mıdır?

Araştırma sorularını ayrıntılı olarak inceleyebilmek için S1, S2, S3, S4 ve S5 için alt sorular S₁₁,...S₁₆, S₂₁, S₂₂, S₄₁,..., S₄₁₄, S₅₁, S₅₂ oluşturulmuştur. Sorulara ait alt sorular şunlardır:

S₁₁: Öğretmen adaylarının çoklu temsiller olarak modeller ile ilgili görüşleri nelerdir?

S₁₂: Öğretmen adaylarının tam bir kopya olarak modeller ile ilgili görüşleri nelerdir?

S₁₃: Öğretmen adaylarının açıklayıcı araçlar olarak modeller ile ilgili görüşleri nelerdir?

S₁₄: Öğretmen adaylarının bilimsel modellerin kullanımı ile ilgili görüşleri nelerdir?

S₁₅: Öğretmen adaylarının modellerin yapısının değişimi ile ilgili görüşleri nelerdir?

S₁₆: Öğretmen adaylarının model örnekleri ile ilgili görüşleri nelerdir?

S₂₁: İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının uygulama öncesi ve sonrası matematik tutumlarında fark var mıdır?

S₂₂: Sınıf öğretmeni adaylarının uygulama öncesi ve sonrası matematik tutumlarında fark var mıdır?

S₄₁: İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının çoklu temsiller olarak modeller ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüşleri arasında fark var mıdır?

S₄₂: İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının tam bir kopya olarak modeller ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüşleri arasında fark var mıdır?

S₄₃: İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının açıklayıcı araçlar olarak modeller ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüşleri arasında fark var mıdır?

S₄₄: İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının bilimsel modellerin kullanımı ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüşleri arasında fark var mıdır?

S₄₅: İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının modellerin yapısının değişimi ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüşleri arasında fark var mıdır?

S₄₆: İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının model örnekleri ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüşleri arasında fark var mıdır?

S₄₇: Sınıf öğretmeni adaylarının çoklu temsiller olarak modeller ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüşleri arasında fark var mıdır?

S₄₈: Sınıf öğretmeni adaylarının tam bir kopya olarak modeller ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüşleri arasında fark var mıdır?

S₄₉: Sınıf öğretmeni adaylarının açıklayıcı araçlar olarak modeller ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüşleri arasında fark var mıdır?

S₄₁₀: Sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel modellerin kullanımı ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüşleri arasında fark var mıdır?

S₄₁₁: Sınıf öğretmeni adaylarının modellerin yapısının değişimi ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüşleri arasında fark var mıdır?

S₄₁₂: Sınıf öğretmeni adaylarının model örnekleri ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüşleri arasında fark var mıdır?

S₄₁₃: İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının modeller ve modelleme ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüşleri arasında fark var mıdır?

S₄₁₄: Sınıf öğretmeni adaylarının modeller ve modelleme ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüşleri arasında fark var mıdır?

S₅₁: İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının cinsiyete bağlı olarak modeller ve modelleme ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüşleri arasında fark var mıdır?

S₅₂: Sınıf öğretmeni adaylarının cinsiyete bağlı olarak modeller ve modelleme ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüşleri arasında fark var mıdır?

Yukarıda açıklanan araştırma soruları ve bunların alt sorularıyla ilgili olarak hipotezler aşağıda sunulmuştur.

$H_0^{(11)}$: İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının çoklu temsiller olarak modeller ile ilgili görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

$H_0^{(12)}$: İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının tam bir kopya olarak modeller ile ilgili görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

$H_0^{(13)}$: İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının açıklayıcı araçlar olarak modeller ile ilgili görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

$H_0^{(14)}$: İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel modellerin kullanımı ile ilgili görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

$H_0^{(15)}$: İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının modellerin yapısının değişimi ile ilgili görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

$H_0^{(16)}$: İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının model örnekleri ile ilgili görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

$H_0^{(21)}$: İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının uygulama öncesi ve sonrası tutum puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

$H_0^{(22)}$: Sınıf öğretmeni adaylarının uygulama öncesi ve sonrası tutum puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

$H_0^{(41)}$: İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının çoklu temsiller olarak modeller ile ilgili olarak uygulama öncesi ve uygulama sonrası görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

$H_0^{(42)}$: İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının tam bir kopya olarak modeller ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

$H_0^{(43)}$: İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının açıklayıcı araçlar olarak modeller ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

$H_0^{(44)}$: İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının bilimsel modellerin kullanımı ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

H₀⁽⁴⁵⁾: İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının modellerin yapısının değişimi ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

H₀⁽⁴⁶⁾: İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının model örnekleri ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

H₀⁽⁴⁷⁾: Sınıf öğretmeni adaylarının çoklu temsiller olarak modeller ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

H₀⁽⁴⁸⁾: Sınıf öğretmeni adaylarının tam bir kopya olarak modeller ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

H₀⁽⁴⁹⁾: Sınıf öğretmeni adaylarının açıklayıcı araçlar olarak modeller ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

H₀⁽⁴¹⁰⁾: Sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel modellerin kullanımı ile ilgili olarak uygulama öncesi ve uygulama sonrası görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

H₀⁽⁴¹¹⁾: Sınıf öğretmeni adaylarının modellerin yapısının değişimi ile ilgili olarak uygulama öncesi ve uygulama sonrası görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

H₀⁽⁴¹²⁾: Sınıf öğretmeni adaylarının model örnekleri ile ilgili olarak uygulama öncesi ve uygulama sonrası görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

H₀⁽⁴¹³⁾: İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının modeller ve modelleme ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

H₀⁽⁴¹⁴⁾: Sınıf öğretmeni adaylarının modeller ve modelleme ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

$H_0^{(51)}$: İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının cinsiyete bağlı olarak modeller ve modelleme ile ilgili olarak ön-anket görüşleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

$H_0^{(52)}$: İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının cinsiyete bağlı olarak modeller ve modelleme ile ilgili olarak son-anket görüşleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

$H_0^{(53)}$: Sınıf öğretmeni adaylarının cinsiyete bağlı olarak modeller ve modelleme ile ilgili ön-anket görüşleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

$H_0^{(54)}$: Sınıf öğretmeni adaylarının cinsiyete bağlı olarak modeller ve modelleme ile ilgili son-anket görüşleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

1.5 Sayıtlar

Bu araştırmanın sayıtları şunlardır:

- Öğretmen adaylarının, sınıfta yapılan etkinliklerde ve ölçme araçlarındaki sorulara yanıt verirken gerçek duygu ve düşüncelerini belirttikleri ve gerçek performanslarını ortaya koydukları varsayılmıştır.
- Öğretmen adaylarının görüşmelerde yer alan soruları açık yüreklilikle ve içten yanıtladıkları varsayılmıştır.

1.6 Sınırlılıklar

Planlanan araştırma, nitel ve nicel bir araştırma için yeterli denek sayısına sahip olduğu düşünülen ve süre olarak da uzun bir araştırmadır. Yapılan araştırma;

- 2007-2008 Eğitim-Öğretim Bahar yarıyılı Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği İkinci öğretim bölümüne devam eden 37 tane 3.sınıf öğrencisiyle ve Sınıf Öğretmenliği ikinci öğretim bölümüne devam eden 33 tane 3. sınıf öğrencileriyle,
- 9 hafta süren uygulama süresiyle,
- Uygulamada gerçekleştirilen etkinliklerle sınırlandırılmıştır.

1.7 Kısaltmalar

Çalışmada kullanılan kısaltmalar aşağıda gösterildiği gibidir:

- S.Ö** : Sınıf Öğretmenliği
İ.Ö.M : İlköğretim Matematik Öğretmenliği
ÇTM : Çoklu Temsiller olarak Modeller
TKM : Tam Bir Kopya Olarak Modeller
AAM : Açıklayıcı Araçlar Olarak Modeller
BMK : Bilimsel Modellerin Kullanımı
MYD : Modellerin Yapısının Değişimi
MÖ : Model Örnekleri
BAS : Matematiksel Modelleme Sürecinin Basitleştirme Aşaması
MAT : Matematiksel Modelleme Sürecinin Matematikselleştirme Aşaması
TRANS : Matematiksel Modelleme Sürecinin Transformasyon Aşaması
YOR : Matematiksel Modelleme Sürecinin Yorumlama Aşaması
GEÇ : Matematiksel Modelleme Sürecinin Geçerlilik Aşaması

1.8 Araştırmanın Bölümleri

Yapılan tez çalışması 6 bölümden oluşmaktadır. Bölümler sırası ile 1.Bölüm: Giriş, 2.Bölüm: Literatür ve Bazı Ön Bilgiler, 3.Bölüm: Araştırmanın Yöntemi, 4.Bölüm: Bulgular ve Yorumlar, 5.Bölüm: Tartışma, 6.Bölüm: Sonuç ve Önerilerdir. Bu bölümlerin tanıtımı aşağıda maddeler halinde kısaca tanıtılmıştır:

- **1. Bölüm:** Bu bölüm araştırmanın amacını, önemini, araştırma problemini, araştırma sorularını, araştırmanın ana ve alt soruları için geliştirilen hipotezleri, sayıltıları ve sınırlılıklarını içermektedir.
- **2. Bölüm:** Modeller ve modelleme konusundaki teorik bilgiler, modellerin sınıflandırılması, modeller ve modelleme bakış açısı, model oluşturma aktiviteleri, öğretimde neden modellere ihtiyaç duyulduğu ve çalışma ile ilgili literatür taraması sonuçları ve çalışmanın teorik altyapısı bu bölümde verilmiştir.

- **3. Bölüm:** Araştırmanın yönteminin açıklandığı bu bölümde veri toplama araçları, örneklem, denemeler ve pilot çalışmalar, verilerin toplanması ve verilerin analizine yer verilmiştir.
- **4. Bölüm:** Bu bölümde ise veri toplama araçları ile elde edilen bulgular sunulmuştur. Ayrıca elde edilen bulguların yorumlanması da yine bu bölümde yapılmıştır.
- **5. Bölüm:** Araştırmanın bulgularından elde edilen yorumlardan yola çıkılarak tartışmanın sunulduğu bölümdür.
- **6. Bölüm:** Belirtilen yöntemlerle kullanılan veri toplama araçlarıyla ulaşılan bulgular ışığında sonuç ve önerilerin sunulduğu bölümdür.

2. LİTERATÜR VE BAZI ÖN BİLGİLER

Araştırmada modeller ve matematiksel modelleme bakış açısını tanıtmak, matematik öğrenme ve öğretmede bu bakış açısının önemini sunmak amaçlanmıştır. Öncelikli olarak ilköğretim matematik öğretmeni ve sınıf öğretmeni adaylarının modeller ve matematiksel modellemeyle ilgili görüşlerinin belirlenmesi, matematiksel modelleme yeterliklerinin tespit edilmesi yoluna gidilmiştir. Daha sonra uygulanan etkinliklerin öncesinde ve sonrasında öğretmen adaylarının görüşlerinde ve matematiğe karşı tutumlarında değişme olup olmadığının belirlenmesi süreci izlenilmiştir. Ayrıca araştırma bulguları doğrultusunda modeller, modelleme ve matematiksel modellemeye ilişkin öneriler de bulunmayı amaçlamıştır. Aşağıda verilecek olan literatürle, bu çalışmanın teorik altyapısı, model kavramı, modellerin sınıflandırılması, matematiksel modelleme, modeller ve modelleme bakış açısı ve günümüze kadar yapılan bu konudaki çalışmalar ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu çalışma yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayanmaktadır. Modeller ve matematiksel modelleme bakış açısı, matematik problemini çözmeyi, öğrenmeyi ve yeni bir yolla öğretmeyi karakterize eden yeni bir eğitimsel yaklaşımdır [3]. Varsayımlar, temel olarak yapılandırmacılıktan ortaya çıktığına dair olmasıyla birlikte birkaç yönde farklılaşırlar.

2.1 Model ve Matematiksel Modelleme Konusundaki Teorik Bilgiler

2.1.1 Model ve Modellerin Sınıflandırılması

‘Model ne anlama gelmektedir?’ sorusunun cevabını verirken modelin kapsamının sınırlarını çizmek oldukça güçtür. Birçok araştırmacı, modelin genel bir tanımının yapılması yerine, tüm bilimsel modellerce paylaşılan ortak özelliklerin tanımlanmasının daha açıklayıcı olduğunu ifade etmektedir. Van Driel ve Verloop (1999) bilimsel modellerin ortak özelliklerini şu şekilde belirtmiştir:

- Bir model, her zaman modelin temsil ettiği hedef veya hedeflerle ilişkilidir. Hedef bir sistem, bir nesne, bir olgu veya bir süreç olabilir.
- Bir model, doğrudan gözlenemeyen veya ölçülemeyen bir hedef hakkında bilgi elde etmek için kullanılan bir araştırma aracıdır. Bu nedenle ölçeklendirme modelleri ki bu modeller bir nesnenin başka bir ölçekteki kopyasıdır (ev, köprü maketleri gibi). Bilimsel model olarak kabul edilmez.
- Bir model temsil ettiği hedefle doğrudan etkileşmez. Bu nedenle bir fotoğraf veya spektrum bir model olarak nitelendirilemez.
- Bir model hedefe uygun benzetmelere dayanır. Bu nedenle araştırmacıların modellenen hedef kavramla ilgili çalışmalarını süresince test edilebilir hipotezler üretebilmelerine fırsat verir. Bu hipotezlerin test edilmesiyle hedef hakkında yeni bilgiler ortaya çıkarılır.
- Bir model her zaman hedeften belirgin ayrıntılarla farklılık gösterir. Genel olarak bir model olabildiğince basite indirgenir. Yapılacak araştırmanın özel amaçlarına bağlı olarak hedefin bazı ayrıntıları kasıtlı olarak model dışında bırakılabilir.
- Bir model oluşturulurken hedef ile model arasındaki benzerlikler ve farklılıklar araştırmacılara modelin temsil ettikleriyle ilgili tahminler yapabilme imkanları sağlayabilmelidir.
- Bir model karşılıklı olarak birbirini etkileyen süreçler sonunda geliştirilir ve hedefle ilgili yeni çalışmalar ortaya çıktıkça modellerde revizyona gidilebilir [4].

Modelleme sözcüğü fizikte, kimyada ve genel fizik öğretiminde de yaygınlaşmaya başlamıştır. Fizik dersinde öğrenciler güneş sistemini, ışığı ve atomu modellerle öğrenirler. Biyoloji derslerinde de öğrenciler metabolik süreçleri öğrenirken modellerle karşılaşır. Fen eğitiminde Hestenes (1987), modeli aşağıdaki şekilde tanımlamıştır: ‘Bir model, başka bir şeyin yerine kullanılabilen objedir. Gerçek bir şeyin kavramsal temsilidir. Fendeki modeller, fiziksel özelliklerin modellerdeki niceliksel değişkenlerle temsil edildiği matematiksel modellerdir.’ [5]. Genelde fizikçiler modeller hakkında birkaç ortak fikri paylaşırlar. Bunlar:

- 1) Bir model, çalışmanın altındaki bir sürecin veya bir objenin basitleştirilmiş versiyonudur. Modeli oluşturan bilimci, ihmal edeceği özelliklerin farkına varır ve bunların ne olduğuna karar verir.
- 2) Bir model, betimleyici veya açıklayıcı olabilir. Daha bilindik bir obje veya süreçle bir obje veya süreci ilişkilendirmez.
- 3) Bir model, tahmin edici güce sahip olmalıdır.
- 4) Bir modelin tahmin edici gücü sınırlılıklara sahiptir [6].

Modelleri sınıflandırmak ise, bilimsel modeller arasındaki farkları vurgulamamıza olanak sağlar. Günümüze kadar modellerin sınıflandırılmasına yönelik çalışmalarda modellerle ilgili olarak bilimsel olan/bilimsel olmayan modeller, görünüş bakımından modeller (somut-soyut modeller), işlevleri bakımından modeller (tanımlayıcı-açıklayıcı-betimleyici modeller) biçiminde çeşitli sınıflandırmalarla karşılaşmak mümkündür. Harrison ve Tregaust (2000) tarafından yapılmış olan ayrıntılı sınıflandırma modeli ise şöyledir:

Modellerin Sınıflandırılması

- **Ölçeklendirme Modelleri** : Hayvanların, bitkilerin, arabaların, uçakların ve binaların ölçeklendirilmiş modelleridir. Renkleri, dış şekilleri ve yapısal özellikleri tanımlamakta kullanılır. Ölçeklendirme modelleri ayrıntılı bir şekilde dış görünüşü yansıtmasına rağmen nadiren iç yapıyı, işlevleri ve kullanımı yansıtır. Ölçeklendirme modelleri genellikle oyuncaktır veya oyuncak gibidir. Bu nedenle, model ile hedef arasındaki paylaşılmayan farklılıkların saklı kalmasına yol açabilir.
- **Pedagojik Analogik Modeller**: Bunların analogik olarak isimlendirilmesinin sebebi, modelin bilgiyi hedefle paylaşmasından ileri gelir. Pedagojik olarak isimlendirilmesinin nedeni ise, atom ve molekül gibi gözlenemeyen varlıkları öğrenciler için ulaşılabilir yapmak üzere öğretmenler tarafından açıklayıcı olarak geliştirilmelerinden kaynaklanmaktadır. Analoginin yapısına bir veya birden fazla özellik hükmeder. Çünkü analogik modeller, hedefle analogi arasındaki uyumu kesin özellikler için tek tek yansıtırlar.

- **Simgesel veya Sembolik Modeller:** Kimyasal formüller veya eşitlikler sembolik modellerle anlamlı hale getirilmiştir. Formüller ve eşitlikler bu şekilde kimya diline yerleşmiştir. Örnek olarak, CO_2 (Karbondioksit) gösterimi verilebilir.
- **Matematiksel Modeller:** Fiziksel özellikler ve süreçler, kavramsal ilişkileri ortaya çıkaran matematiksel eşitliklerle ve grafiklerle temsil edilebilir. Örnek olarak, Boyle-Mariotte Kanunu, üstel eğriler veya Newton'un ikinci hareket kanununun temsili olan $F=m.a$ eşitliği verilebilir.
- **Teorik Modeller:** Elektromanyetik alan çizgileri ve fotonlar teorik modellerdir. Çünkü bu modeller iyi yapılandırılmış ve insanlar tarafından oluşturulan teorik temellerle tanımlanmıştır. Kinetik teorinin gaz basıncını açıklaması, ısı ve basınç bu kategoriye girer.
- **Haritalar, Diyagramlar ve Tablolar:** Bu modeller öğrenciler tarafından kolaylıkla canlandırılabilen yolları, örnekleri ve ilişkileri temsil eder. Bu modellere örnek olarak periyodik tablo, soy ağaçları, hava durumunu gösteren haritalar, devre şemaları, kan dolaşımı sistemi ve beslenme zinciri gösterimleri verilebilir.
- **Kavram-Süreç Modelleri:** Birçok fen kavramı nesneden ziyade süreçten ibarettir. Örnek olarak kimyasal denge veya asit-baz reaksiyon modelleri verilebilir.
- **Simülasyonlar:** Simülasyonlar global ısınma, uçuşlar, nükleer reaksiyonlar, trafik kazaları gibi karmaşık süreçleri temsil etmede kullanılır.
- **Zihinsel Modeller:** Zihinsel modeller özel bir çeşit zihinsel temsildir. Bireyler tarafından bilişsel işlemler sonucunda üretilir. Öğrenciler tarafından üretilen ve kullanılan zihinsel modeller tamamlanmıştır ve kararlı değildir yani değişebilir.

- **Senteze Dayalı Modeller:** Senteze dayalı modelleri, öğrencilerin kendi sezgisel modelleri ile öğretmenlerin oluşturduğu modellerin bir karışımı sonucunda öğrencilerin alternatif kavramlarının gelişimlerine ait sentezler oluşturmaktadır [7].

2.1.2. Modeller ve Matematiksel Modelleme Bakış Açısı

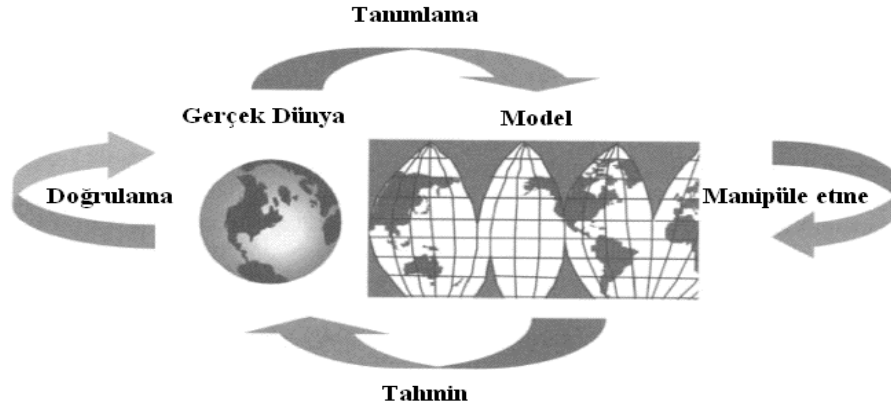
Modeller ve modelleme bakış açısı; matematik problemini çözmeyi, öğrenmeyi ve yeni bir yolla öğretmeyi karakterize eden yeni bir eğitimsel yaklaşımdır [3]. Varsayımlar temel olarak, yapılandırmacılıktan ortaya çıktığına dair olmasına rağmen birbirlerinden birkaç yönde farklılaşırlar. Teorik temelde, sosyal bilişin yönleri ve birkaç diğer düşünce yapılandırmacılığın ötesinde bu bakış açısını harekete geçirir [8].

Modeller ve modelleme bakış açısı, esas olarak üç temel varsayıma dayanır. Bunlardan biri, insanların içsel kavramsal sistemleri kullanarak deneyimlerini yorumlamalarıdır [8]. Bilişsel bilim adamlarının işaret ettiği şemalar ve yerleşik biliş yapıları gibi bu kavramsal sistemler, sistemlerin anlamını oluşturmanın bir çeşididir. Modeller ve modelleme bakış açısına göre, bu sistemler ‘modeller’ olarak isimlendirilir ve elemanları, ilişkileri, işlemleri, dışsal notasyon sistemlerini kullanarak ifade edilen etkileşimleri yöneten kurallar olarak tanımlanır. Başka sistemlerin davranışlarını yapılandırmak, tanımlamak veya açıklamak için kullanılır [9]. Doerr ve Tripp (1999), bunun bütün kavramsal sistemlerin modeller olduğu anlamına gelmediğini iddia etmektedir. Bir kavramsal sistem, eğer bazı kompleks sistemleri yorumlama gibi spesifik amaçlar için oluşturuluyorsa o zaman bir model olarak düşünülebilir [10]. Bu teorinin diğer bir varsayımı, bu modellerin insanların zihinlerinde tamamen yerleşmediği ve modellerin genel olarak yazılı sembollerden olan eğitimsel yazılım, grafik çizen hesap makineleri ve grafik kağıtları gibi teknolojik araçlara kadar değişen temsili medyanın etkileşiminin bir çeşidini kullanarak ifade edildiğidir [8].

Altı çizilen esas nokta, farklı medyanın modellerin farklı yönlerini sunduğu, çoklu medyanın da bu modelleri dışsallaştırmak amacıyla kullanabilmesidir [9].

Böylece ‘model’ terimi, modeller ve modelleme teorisi dilindeki içsel kavramsal sistemlerden çok daha fazla şeyi kapsamaktadır. Oluşturuldukları spesifik amaç ve dışsallaştırdıkları temsili medya, modellerin diğer ana bileşenleridir [11]. Son varsayım ise, modellerin sistemlerin yorumunun bir çeşidi olduğu ve modellerin kendilerinin yeniden yorumlanması olduğu gibi tecrübe edilen kompleks sistemlerin de yeniden yorumlanması için sıklıkla geliştirildiğidir. [8].

Modellemeyi kısaca bilimsel düşünme ve çalışma olarak tanımlamak yanlış olmaz. Modelleme, hangi ayrıntının nasıl ve ne şekilde yer alacağını belirlediği, birçok aşamadan oluşan aktiviteleri kapsayan kompleks bir süreçtir. Bunun için bir model, belirli bir modelleme yeterliliği ile birlikte belirli bir süreç sonunda oluşturulmaktadır. Şekil 2.1’de, bu süreçlerin neler olduğu ve birbirleriyle olan ilişkileri kavram haritası şeklinde gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Modelleme Döngüleri [Durmuş ve Kocakulah, 2006, s.304’den alınmıştır]

Model kavramı belirli süreçler sonucunda oluşturulan ürünü ifade eder [12]. Modeller (elemanları, ilişkileri, işlemleri, etkileşimleri yöneten kuralları içerir) dışsal gerçekçi sistemleri açıklamak için kullanılan kavramsal sistemlerdir ve başka sistemlerin davranışlarını oluşturmak, ifade etmek ya da açıklamak için kullanılırlar. Matematiksel bir model, ilgili sistemlerin yapısal karakteristikleri üzerine odaklanır. Bir olayı matematiksel terimlerle açıklayan bir formüller dizisidir. Yani gerçek fiziksel dünyayı matematik eşitliklerle tarif etmeyi amaçlar. Bu modeller, akılda mevcuttur ve eşitliklerde, diyagramlarda, bilgisayar programlarında ya da diğer

betimsel ortamlarda somutlaştırılırlar. Modeller, kavramsal sistemlerdir ve bilişselci bilim adamlarının bilişsel yapılar olarak belirttiği kavramsal sistemlere benzerler. En güçlü ve en kullanışlı kavramsal sistemler; konuşma dili, yazılı semboller, güçlü materyaller, diyagramlar ve resimler, bilgisayar programları, deneyim temelli metaforlar ya da betimsel kitle iletişim araçları kullanılmadıkça nadiren karmaşık bir yolla işler.

Modelleme ise süreçler içerisinde kullanılan işlemleri ifade etmektedir. Modelleme işleminde iki temel öge kaynak ve hedeftir. Kaynak, şu ana kadar elde edilmiş olan mevcut bilgilerin tümünü kapsamaktadır. Hedef ise, kaynaktan hareketle ulaşılabilecek olan yani elde edilmek istenen bilgilerdir. Kaynaktan yararlanılarak, hedef ile ilgili tahminler ortaya konabilir ve bunların doğruluğu test edilebilir. Eğer elde edilen sonuçlar, hedefi amaçlanan doğrultuda açıklayabiliyorsa ortaya konan model kabul edilir. Aksi durumda, eldeki bilgiler yeniden değerlendirilir. Fakat unutmamak gerekir ki, hiçbir model hedefi yüzde yüz temsil edemez, edebilirse zaten bu durumda model hedefin kendisi olur, yani modellere ihtiyaç kalmaz. Bununla birlikte, herhangi bir olguyu açıklamak için zamanın şartlarında kullanılan model veya modeller elde edilen yeni bilgiler ışığında değiştirilebilir hatta terk edilebilir. Bu durum modellerin durağan gerçekler olmadığına işaret etmektedir [13].

Bir problemi çözmeye modellemenin kullanılmasının birçok nedeni vardır. Bir akarsu veya denizdeki balık sayısının belirlenmesi örneği gibi, problemin çözümünü bulmak için deneysel yöntemlere başvurmanın maliyeti çok yüksek olabilir. Gerçek dünyanın deneysel olarak ele alınmasında zorlukların olduğu her durumda sistemlerin nasıl davranacağını görmek amacıyla matematiksel modellemeye başvurulmaktadır. Bu nedenle esas olarak,

- Bir olayın fiziksel gerçeğini anlamak ve olayı matematiksel olarak tanımlamak, diğer olaylardan ayırt etmek ve
- Matematiksel olarak formüllendirilmiş modeli, bir sistemin farklı koşullardaki davranışını tespit etmede bir araç olarak kullanmak üzere matematiksel modeller kullanılmaktadır.

Bir modelin bir simülasyon aracı olarak kullanılması için, gerçeği olabildiğince yakın bir şekilde temsil etmelidir. Bu nedenle, bir modelin bir simülasyon işleminde kullanılmadan önce güvenilirliğinin sağlanması mutlak bir zorunluluktur.

Lesh ve Doerr'a (2003) göre modelleme, Şekil 2.1'de görüldüğü gibi dört adımlı döngüsel bir yapıya sahiptir [14].

1) Tanımlama: Gerçek dünya ile model dünya arasında bir ilişki kurmadır. Bu adımda modelleyiciler, reel dünyaya ait çözülebilen bir problemi öncelikle tanımlarlar ve mümkün olduğu kadar en uygun formda bunu ifade ederler. Matematiksel olarak gözlem yapma, sorgulama ve tartışma yoluyla modelleyiciler verilen durumdaki bilginin önemli olup olmadığıyla ilgili düşünürler. Böylece modelleyiciler, daha az önemli olan bileşenleri eleyerek durumu basitleştirirler. Bu adım bazen kolay bir adımdır, bazı zamanlarda ise modelleme sürecine girişin en zor adımı olabilir. Anahtar değişkenleri listeleme ve bu özellikler arasındaki ilişki, modelleyicilerin durumu basitleştirmesine yardımcı olabilir. Bu süreç aynı zamanda 'eylemi belirleme' yi de içermektedir. Çünkü bir sonraki adımda bunları kullanmak, bir matematiksel model oluşturmak amacıyla çözüme ilişkin şartlar ve varsayımlar belirlenir [15]. Bu nedenle modelleyici, mevcut bütün bilgiyi ve herhangi veri ya da parametreleri, biçimsel olan tüm bilgiyi eksiksiz bir şekilde araştırmalı ve keşfetmelidir.

2) Manipüle Etme: Esas probleme ait çözümle ilgili eylemler ve tahminlerde bulunmadır. Bu adımda modelleyiciler, problemin belirlenen bileşenlerinin matematiksel temsillerini ve bunlar arasındaki ilişkileri oluştururlar. Değişkenleri tanımlarlar, işaret veya sayılarla gösterme işlemlerini kullanırlar ve kesin olarak birkaç matematiksel ilişki formunu ve yapısını tanımlarlar, grafikler yaparlar ve eşitlikler yazarlar. Bu matematikselleştirme girişimlerinin hepsi, modelleyicilerin matematiksel model oluşturmasını cesaretlendirir. Zbiek ve Conner (2006), bu matematikselleştirme sürecini daha önceden tanımlanılan 'şartlar ve varsayımlarla' ilişkili 'matematiksel özellikleri ve parametreleri' bulma olarak açıklarlar [15].

Bu aşamada aslında problemin matematiksel tanımı elde edilir. Problemi çözümeden önce denklemlerin doğru oluşturulması gerekmektedir. Bu aşamadaki beceriler, tamamen matematikselidir. Değişkenlerin tanımlanması önemlidir, bunun anlamı denklemdaki hangi terimlerin önemli olduğu yargısına karşılık gelmektedir. Problemi etkileyen faktörler liste halinde yazılır. Liste yazıldıktan sonra, her faktör tek tek ele alınır ve onun hakkında varsayımlar oluşturulur. Varsayım, bu faktörleri ya ihmal eder ya da o faktör bazı önemli özelliklere sahiptir. Burada önemli olan, kişinin hangisini dikkate alacağına ve hangi özellikleri ihmal edeceğine karar vermesidir. Burada modelleyicilere tavsiye edilen, modeli olabildiğince basit tutmaktır. Böylece sadece gerekli olan terimler alınır. Modelin başlangıçta mümkün olduğunca basit ifade edilmesi faydalı bir tavsiyedir. Başlangıçtaki durum, detaylara önem vermeden kaba bir şekil oluşturan heykeltıraşlara benzetilebilir. Zaman geçtikçe, bir sonraki aşamada, model daha gerçekçi hale getirilir. Problemin doğru çözümünü elde edebilmek için uygun teknikler seçilmeli ve doğru uygulanmalıdır. Bu adımdaki beceriler, matematiksel bilgi, yargılama, hesaplama ya da program yapabilme kabiliyetini gerektirir.

3) Dönüştürme/Tahmin: İlgili sonuçları gerçek dünya ile ilişkilendirir. Dönüştürme aşamasında, modelleyiciler tanımlanan probleme matematiksel olarak anlamlı çözümler bulmak amacıyla modeli analiz ederler. Bu adım çoğunlukla modelleyiciler için bilindikdir. Modelleyiciler belirlenen problem durumuna ait çözümü yürütürler. Daha sonra çözümün bu problem durumu için anlamlı olup olmadığını test ederler ve değerlendirirler. Kısaca bu adım, modelleyicilerin model dünya ile reel dünya arasındaki bağlantıyı kurmalarına meydan okudukları matematikselleştirmeye benzerdir [15].

4) Doğrulama (Geçerlilik): Eylem ve tahminlerin gerçek dünya ile uyumluluğunu kontrol etmedir [16]. Bu adımda modelleyiciler, başlangıçtaki problem durumu için oluşturulan modelin geçerliliği ve yararlılığı hakkında düşünürler. Çünkü modeller spesifik durumlarda spesifik amaçlar için oluşturulur. Lesh ve Doerr'un (2003) 'Doğrulama süreci tanımı'ndaki gibi [9], bu adım modelleyicilerin model vasıtasıyla ulaşılan tahminlerin ve sonuçların reel dünyaya ait durumla anlamlı ve geçerli

olup olmadığını test etmelerini gerektirir.’ Böylece model, daha önceden tanımlanmış spesifik amaçla tutarlılığı hakkında değerlendirilir [15]. Modelleme sürecinin adımları arasında dinamik geçişler vardır. Adımlar arasındaki bu geçişler de doğrusal değildir.

Bununla birlikte, bazen reel dünyaya ait duruma ya da probleme ilişkin bir çözüm, matematiksel model ile açıklanamaz. Eğer böyle bir durum varsa, o zaman modelleyiciler daha önceki adımlara geri dönerler. Başlangıçtaki süreci veya onun bir kısmını birkaç kez yeniden gözden geçirirler. Bu, modelleme sürecinin tekrarlı (iterative) yapısını oluşturur. Dossey ve arkadaşları (2002), modelleme sürecinin adımları arasında dinamik bir etkileşim olduğunu öne sürerler. Örneğin, öğrencilerin bir model oluşturamadığı veya model içerisinde belirlenen probleme matematiksel olarak anlamlı bir çözüme ulaşamadığı durumda öğrenciler birinci adıma geri dönmelidirler ve şartları/varsayımları yeniden gözden geçirmelidirler. Aksi takdirde model aracılığıyla oluşturulan sonuçların ve tahminlerin hem belirlenen problem hem de başlangıçtaki reel dünyaya ait durum için anlam oluşturmama durumunda öğrencilerin önceki adımları yeniden gözden geçirmeleri beklenilir [17].

Matematiksel modelleme, matematik eğitimi dalında pek çok bakış açısından ele alınmıştır [18, 19, 8]. Yapılan çalışmalarda modeller ‘unsurları, sistemleri, çalışma tarzlarını, ilişkileri ve bazı bilinen sistemlerin davranışlarını tanımlama, açıklama veya tahmin etmekte kullanılabilen kurallar’ dır. Bu açıdan bakıldığında, modelleme problemleri problem çözücünün geleneksel okul deneyiminin ötesinde matematiksel düşünmeyle ilgilendiği ve ortaya çıkan ürünlerin sıklıkla eskiden kullanılan karmaşık araçlar ve bazı hedefleri gerçekleştirmek veya bazı amaçlar için gereken kavramsal araçların içerildiği bileşik durumlardır [13].

Matematiksel modelleme, yararlı sistemlerin ve tasarımların yaratılmasını sağlayan anlamlı çevreyi ve bu çevrenin şartlarını açıkça kullanır. Bu gibi ‘deneysel gerçek’ ortamlar, öğrencilerin matematikselleştirme becerilerinin gelişimi ve böylelikle sınıfın ötesinde de yaşamda matematiği ‘oluşturulabilir kaynak’ olarak kullanmalarını sağlamak için uygun bir platform sağlar [20]. Matematiksel

modelleme, öğrenmenin etkili, bilişsel ve sosyal yönlerini de vurgulamaktadır. Birçok yönde öğrenmek için öğrencilerin motivasyonunu oldukça teşvik edicidir. İlk olarak, öğrenciler matematiği kullanarak günlük yaşamda karşılaştıkları bir durumla ilgilenebildiklerinin farkına vardıkları zaman, öğrenciler matematiğin insanlar için yararını fark edebilirler. Matematik öğrenmek için kendilerini motive ederler [21]. İkinci olarak, öğrenciler daha önceden tanımlanmış bir amaçla tekrarlı modelleme döngüleri yönünde ilerleme gösterdikleri için, bazen düşüncelerinin geçerli şekillerinin kusurlarıyla karşı karşıya gelebilirler. Var olan matematiksel bilgilerinin ilerlemek için yeterli olmadığını fark ederler. Bu, yeni matematiği öğrenmek için motivasyonun bir diğer kaynağı olabilir.

Blum ve Niss (1989), dünya genelindeki literatürü değerlendirerek matematiksel modelleme hakkında beş merkezi yaklaşım olduğunu ileri sürmüşlerdir. Gelişmeci yaklaşım, problem çözme ve modelleme aktivitelerinin öğrencilerin genel dışa vurabilme yeteneklerini ve yaratıcılık kapasitelerini geliştireceğini vurgulamaktadır. Eleştirel Yeterlik yaklaşımı, öğrencilerin matematiğin giderek daha fazla kullanıldığı bir dünyada yaşayan bireyler olarak özgürce davranabilme yeteneğini geliştirmesi gerektiği üzerinde durmaktadır. Yararlılık yaklaşımı, öğrencilerin karşılaştıkları değişik durumlarda matematiği kullanabilecek durumda olmaları gerektiğini belirtir. Matematiğin Resmi yaklaşımı uygulamaların sunumunu ve modellemeyi, bir disiplin olarak matematiğin zengin ve karşılaştırmalı bir resmini çizerek görmektedir. Matematik Öğrenmeye Teşvik Etme yaklaşımı, uygulamaların öğrencilere yeni kavramlar ve yetenekler edinmeleri konusunda yardımcı olduğunu vurgulamaktadır. Bu görüşlerin hepsi son derece olumlu fikirler içermekle birlikte bütün matematiksel modelleme öğretim teknikleri bahsedilen amaçları gerçekleştiremez. Herhangi başka bir şeyi öğretirken olduğu gibi bazı öğretme modelleri etkili iken bazıları etkili değildir. Bazı amaçlar diğerlerinden daha çabuk gerçekleşebilirken, bazı beceriler diğerlerinden daha çabuk kazandırılabilir [22].

Matematiksel modellemede odak noktası, matematik öğretimi ve öğrenimi yaklaşımındaki üç önemli değişkeni içermektedir. Yani;

- 1) Yararlı olan niceliklerin ve niceliksel değişmelerin doğası,

2) Yararlı sistemlerin veya modellerin yaratılmasını sağlayacak şartlar ve çevrenin kullanımı,

3) Benzeri modellerin genellenebilen durumlarda gelişimi ve sadeleştirilmesidir.

Bunları sırasıyla gözden geçirelim. Gerçek durumları matematikselleştirmek için gereken nicelikler ve nicelik değişimleri, okulda sık sık öğretilen matematikten öteye geçmektedir. Gerçek durumlarda gereken niceliklerin çeşitleri; toplama, olasılıklar, frekans, sıralamalar ve vektörleri kullanırken gereken işlemler; sınıflandırma, düzenleme, seçme, ölçme ve büyük bilgi gruplarını dönüştürmeyi içerir [23, 24]. Tipik okul sözel problemlerini çözmeye, öğrenciler genellikle işlemler ve aritmetik nicelikler üzerinde problem bilgilerini ayrıntılarıyla planlamak için bir veya iki basamaklı bir süreçle uğraşırlar. Çoğu durumda, öğrenciler için bu problem bilgileri dikkatli bir şekilde matematikselleştirilmiştir. Öğrencilerin amacı, basit işlemleri ve bilinen nicelikleri kullanıp bir cevap üretme gibi bir yöntemle problem bilgilerini ayrıntılarıyla planlayarak, buradaki matematiği ortaya çıkarmaktır. Bununla birlikte modelleme problemleri, öğrencilerin durumu anlamlandırmasını gerektirir ve böylece öğrencilere anlamlı gelen yöntemlerle durumu kendi kendilerine matematiğe dökebilirler. Bu, problem bilgilerini yorumlama, ilişkili nicelikleri seçme, yeni niceliklere öncülük edebilecek işlemleri tanımlama ve anlamlı önermeler oluşturmanın tekrarlı bir sürecini içerir [8]. Zaman zaman problem bilgisi tamamlanmamış olabilir. Bu yüzden öğrencilerin kullanacakları kaynakları ve araçları dikkatlice seçme ihtiyacı ve problem bilgisini bu araçlar tarafından etkili bir şekilde ele alınabilecek şekillere dönüştürme ihtiyacı ortaya çıkabilir. Sürecin sonunda bulunan sonuçlar yorumlanmalı, belgelerle ispatlanmalı ve problemin çözümünün sonuçlarını etkili ve açık bir şekilde ifade edecek şekillerde anlatılmalıdır. Öğrencilere bu yetenekleri sağlayan şey, matematiksel modelleme aracılığıyla olan bir yaklaşımdır [25, 8].

Geleneksel matematiksel modelleme tipi, ilköğretim birinci kademe çocuklarının kendi modellerini geliştirme ve karmaşık durumlarla uğraşmak için sistemlere anlam vermede yetersiz oldukları varsayımıyla ilköğretim ikinci kademeğe karşılık gelen okul yılları için uygun görülmüştür. Halbuki son

zamanlardaki araştırmalar [25] göstermektedir ki, daha küçük çocuklar sadece basit sayma ve ölçmeden ötesini içeren durumlarla uğraşabilirler ve bunlarla uğraşmalılardır da. Çocuklar oran, orantı ve payın resmi olmayan tasarımlarını keşfettikleri, niteliksel bilgiyi hesapladıkları, niceliklerini dönüştürdükleri ve sonuç olarak dolaylı yollarla ölçülmek zorunda olan niceliklerle uğraştıkları durumlara maruz kalmaya ihtiyaç duyarlar. Modelleme problemleri, çocukların eldeki probleme odaklanarak, yerleştirilen kendi matematiksel fikirlerini ve kavramlarını ortaya çıkarmalarını ve geliştirmelerini gerektirir. Böylece çocuklar, matematiği Lesh ve Zawojewski (1987)'nin 'yerel kavram gelişimi' olarak işaret ettikleri [26] problem çözmeye yoluyla öğrenirler [13].

Modeller ve modelleme bakış açısına göre, öğrencilerin problem ile ilgili gelişimleri;

- 1) Öğrencilerin problemi yorumladıkları yolların,
- 2) İç içe geçirilmiş matematiksel düşüncelerle alıntı yapıp çalıştıklarında ortaya çıkan kavramsal gelişmelerin,
- 3) Nicelikleri oluşturma, kullanma, değişiklik yapma ve dönüştürmede uyguladıkları matematikselleştirme süreçlerinin,
- 4) Niteliksel bilgiyi hesaplama yaklaşımlarının ve
- 5) Belirsiz veya açıklanmamış, çok az yada çok fazla olabilecek bilgiyi; ayrıca yorumlanması zor olabilecek gerçek dünyadaki durumlar gibi görsel önermeleri belgelerle ispatladıkları yolların keşfedilmesi doğrultusunda tanımlanmıştır.

Öğrenciler doğal durum bilgisiyle tanıştırdıklarında, sebepsiz varsayımlar ortaya atabilirler ya da geliştirecekleri ürünler üzerine uygun olmayan sınırlamalar koyabilirler.

Modelleme süreci, öğrencilerin verilen bir sistemin davranışını tanımlama, açıklama ve tahmin etmek için bir model geliştirme ihtiyacıyla karşı karşıya getirilip bunu temin etme aşamasıyla başlar. Tekrar kullanım ve genelleştirme, matematik öğrenmedeki modelleme yaklaşımlarında modelleri odak noktası yapan unsurlardır. Sonuç olarak modelleme problemleri, grup üyelerinin karmaşık bir durumu çözmeye

‘yerel pratik yapma topluluğu’ olarak çalıştıkları, küçük grup çalışmaları için planlanmıştır. Öğrenciler gelişirken, takdir ederken ve çalışmalarını akranlarına aktarmak için hazırlanırken ortaya sayısız soru, konu, fikir ayrılığı, düzeltme ve çözüm çıkarmaktadır. Çünkü ortaya çıkan ürünler başkalarıyla paylaşılacak ve kullanılacaktır; takımın ve sınıfın diğer üyelerinin incelemesi altında da ele alınmak zorundadır [13].

2.1.3 Model Oluşturma Aktiviteleri

Modeller ve modelleme bakış açısına göre, ‘öğrenciler modelleme aktiviteleri aracılığıyla gerçek yaşama ait problemleri veya durumları yapılandırır, tanımlarlar, sunarlar, yorumlarlar ve değerlendirirler. Modelleme süreci, basitleştirme, matematikselleştirme, transformasyon ve yorumlamayı içeren döngüsel bir süreçtir.’ Modelleme sürecindeki modelleme aktiviteleri, problemin realizasyonunu, problemlerin nasıl çözüldüğünü, fikirlerin nasıl geliştirildiğini planlamayı içermektedir. Fikirlerin revizyona veya daha kapsamlısına ihtiyacı olup olmadığını ve fikirlerin problemde verilen şartları/varsayımları karşılayıp karşılamadığının sonuçlarıyla ilgili kararlar vermeyi içeren öğrencilerin araştırma ve keşfetme becerilerini geliştirmeyi amaçlayan aktivitelerdir [27].

Araştırmacılar, model oluşturma aktivitelerinin dizaynını yönlendirmek için altı prensip geliştirmişlerdir. Bunlardan ilki, ‘Model oluşturma Prensibi’ dir. Bu prensipteki görev, kavramsal sistemleri oluşturmak amacıyla verilen problemin betimlenmesini, açıklanmasını ya da doğrulanabilen tahminleri öğrencilerin geliştirmesi gerektiğidir. İkinci prensip, ‘Gerçeklik Prensibi’ dir. Bu prensip, öğrencilerin varolan kendi bilgilerini kullanmasını ve anlamlı gerçek yaşam durumlarına bunları yansıtmasını gerektirir. Üçüncü prensip, ‘Öz-Değerlendirme Prensibi’ dir. Bu prensip, öğrencilerin yorumları veya fikirleri yeterince iyiye ya da cevaplarının kullanılabilirliğiyle ilgili düzeltmeyi gerektiriyorsa öğrencilerin bir şekilde kendilerini değerlendirebildikleri prensiptir. Dördüncü prensip, ‘Belge Oluşturma Prensibi’ dir. Bu prensipteki görev, aktivite boyunca dikkate alınacak düşünceleri ve çözüm yollarını tam olarak açıklayacak şekilde belge üretecek öğrencileri gerektirir. Beşinci prensip, ‘Yapının Paylaşılabilirliği ve Yeniden Kullanılabilirliği

Prensibi' diye geçer. Başka durumlarda da uygulanabilir olacak bir model geliştirmeleri için öğrencilerin meydan okuma görevini ya da başka öğrencilerle veya başka ilgili gruplarla paylaşılabilen bir model geliştirmelerini gerektirir. Son olarak, 'Etkili Prototype Prensibi' dir. Bu prensibe göre görev, yapısal olarak başka benzer durumları da yorumlama için yararlı bir prototype sağlayacak keşfedici bir gücü olan bir çözüm geliştirmeleri için öğrenciler cesaretlendirilmelidir [27].

Öğrencilerin ve öğretmenlerin karışık durumları anlamalarını somutlaştırmak için, bu düşünce yollarını ortaya çıkaracak farklı araçlar oluşturulur. Model oluşturma aktiviteleri, öğrencinin ve öğretmenin;

- 1) Gerçek yaşam durumunu betimleyen bir model geliştirmesini,
- 2) Problemi çözecek kişinin düşüncelerini ifade etmesini, yeniden gözden geçirmesini, tasfiye etmesi için cesaretlendirmesini,
- 3) Kavramsal sistemlerin açıklanmasında görsel ortamın kullanımını desteklenmesini gerektirir.

Model oluşturma aktiviteleri, matematiğin kullanışlı olduğu birçok gerçek yaşantı durumlarına benzemektedir. Model oluşturma aktiviteleri, önemli öğrenme durumlarına göre de dizayn edilebilir. Çünkü bu aktiviteler, ilgili objeleri, ilişkileri, hareketleri, yapıları ve düzenlilikleri sistematikleştirerek, değerlendirerek, koordine ederek, kategorize ederek, cebir yaparak matematikselleştirmeyi içermektedir. Öğrenciler için dizayn edilen model oluşturma aktiviteleri, problem çözücülerin kendilerine verilen ve matematikle modelleştirilebilen gerçek yaşam durumlarını ne yolla düşündüklerini ortaya çıkarmayı amaçlar. Bu aktiviteler, 3-5 kişilik öğrenci grupları tarafından çözülebilecek gerçek yaşam durumlarını içermektedir. Matematiksel modelin çözümü, belirlenen bir müşteri ya da problemi çözmeye ihtiyacı olan birini gerektirir. Kullanıcının modeli yeterince uygulaması, kullanması için, öğrencilerin düşünce süreçlerini tarif etmeleri ve çözüm hakkında yargıda bulunmaları gerekir. Böylece öğrenciler, çözümlerini destekleyen reel dünya sisteminin davranışının kullanıcı için en iyi seçenek olduğunu tarif etmeleri, açıklamaları, hesaplamaları ya da tahmin etmeleri gerekmektedir. Gerçek hayattaki gibi tek bir çözüm yoktur, problemi çözmek için uygun çözüm yolları vardır.

Model oluşturma aktiviteleri, öğrencileri matematik konularıyla ilgili tutmak için dizayn edilir ve öğrencilerin kendilerine de anlamlı gelen problemi çözmek için güçlü matematik fikirlerini geliştirebileceği ve bu ihtiyacını anlayabilecekleri bir durumla karşı karşıya getirir. Öğrenciler, kendilerine sunulan gerçek yaşam durumu tipini en iyi açıklayan, tahmin eden, hesaplayan bir matematik modeli geliştirme ihtiyacında olurlar. Böylece öğrenciler, matematikle ilgili düşüncelerini, kendileri ve kullanıcı için yararlı ve anlamlı bir yapı geliştirene kadar gözden geçirebilecekleri bilimsel bir durumun içine itilirler. Kısacası model oluşturma aktiviteleri, öğrencilere kendi düşünme ve öğrenme gelişimlerini yazmalarına yol göstermektedir. Ayrıca model oluşturma aktivitelerinde, öğrenciler arasındaki etkileşimler de önemlidir. Aktiviteler boyunca; tartışma süreçlerini sürdürme, öğrencilerin sorularını veya tahminlerini paylaşmaları bu etkileşimler aracılığıyla gerçekteşmektedir [10].

Öğrenciler, model oluşturma aktivitelerinde zamanlarının çoğunu, ilgili olan ilişkiler, yapılar, düzenlilikler ve bilgi hakkında düşünmek için çeşitli yollar geliştirerek harcarlar. Öğrencilerin aktivite sırasında değiştirdikleri veya dönüştördükleri şey, verilerle ilgili kendi düşünme şekilleridir. Bu karakteristik, öğrencilerin modelleme aktivitelerini yürütürken, prosedürler hakkında bilişüstü düşünerek prosedürlerle düşünmenin ötesine geçtiklerini vurgulamaktadır [28].

Birçok model oluşturma aktivitesi ne çok fazla bilgi ne de az bilgi içermektedir. Bu yüzden problemin çözümlü için gerekli ve ilgili bilgiyi açıklamak önemlidir. Bazen bilginin yararlı olması amacıyla, bilginin yeniden organize edilmesine veya yeniden form edilmesine ihtiyaç duyulur. Model oluşturma aktivitelerinde problematik olan şey, öğrencileri durum hakkındaki kendilerinin ilk düşünce şekillerini daha da öteye götürmek zorunda olduğu gerçeğine yönlendirmesidir [28].

Model oluşturma aktivitelerinde öğretmenin rolü ise, ipucu veren kişiden düşünceyi geliştiren kişi durumuna doğru geçiş yapmaktır. Öğretmenler belirli kavramları yararlı hale getiren reel dünyaya ait durumları öğrencilere tanımlamaladırlar. Yine öğretmenler, matematiğin temelinde yatan ve anlamaya yol

açacak uygulamalarda öğrencilerin ilgisini çeken stratejileri belirtmelidirler. Öğretmenin bu süreçteki önemi, son kaynak olarak ve tüm bilginin dağıtıcısı olarak hizmet etmektir [28].

Blum ve Kaiser (1997), modelleme sürecinin her bir aşaması için gereken yeterlikleri belirlemişlerdir:

Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı model oluşturma yeterlikleri (Basitleştirme Aşaması):

- Problem için varsayımlar oluşturma ve durumu basitleştirme,
- Durumu etkileyen nicelikleri tanımlama, anahtar değişkenleri belirleme ve bunları isimlendirme,
- Değişkenler arasındaki ilişkileri yapılandırma,
- Varolan bilgiyi arama ve ilgili ilgisiz bilgiyi arama.

Gerçek modelden matematiksel bir model oluşturma yeterlikleri (Matematikselleştirme Aşaması):

- İlgili nicelikleri ve ilişkileri matematikselleştirme,
- Eğer gerekliyse ilgili nicelikleri ve ilişkileri basitleştirme ve sayılarını, karmaşıklığını sınırlandırma,
- Uygun matematiksel notasyonları seçme ve grafiksel olarak durumları sunma.

Matematiksel model içerisindeki matematiksel soruları çözme yeterlikleri (Transformasyon Aşaması):

- Bütünsel (Heuristik) stratejileri kullanma, öyle ki problemi parçalara bölme, benzer veya analog problemlerle ilişkiler oluşturma, problemi yeniden ifade etme, farklı bir formda problemi görüşme, var olan verileri veya nicelikleri değiştirme,
- Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma.

Gerçek durumdaki matematiksel sonuçları yorumlama yeterlikleri (Yorumlama Aşaması):

- Matematiksel bağlamlar dışındaki matematiksel sonuçları yorumlama,
- Özel bir çözüm için geliştirilen çözümleri genelleştirme,

- Uygun matematiksel dil kullanılarak bir probleme ilişkin çözümleri görüşme, çözümler hakkında iletişime geçme.

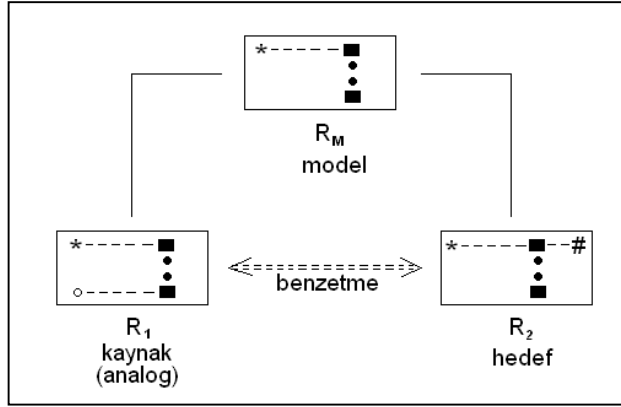
Çözümü geçerli kılma yeterlikleri (Geçerlilik Aşaması):

- Bulunan çözümler üzerine eleştirel olarak yansıtma ve kontrol etme,
- Eğer çözümler duruma uygun olmazsa modelleme süreci aracılığıyla yeniden modelin bazı parçalarını tekrar görüşme,
- Problemin başka çözüm yollarını yansıtma veya farklı şekillerde çözümler geliştirme,
- Model sorusunu genelleştirme [29].

2.1.4 Öğretimde Niçin Modellere İhtiyaç Duyarız?

Modellemeler, öğretim süreci içerisinde öğretmen tarafından farklı amaçlarla kullanılabilir. Bunlardan bilişsel seviyede kullanılanlar, öğrencilere mantıksal düşünme ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesinde yardımcı olurken, davranışsal seviyede olanlar, öğrenmeye karşı ilginin artmasını teşvik etmede, sosyal seviyede olanlar da uygun grup havası oluşturmada kullanılırlar [30].

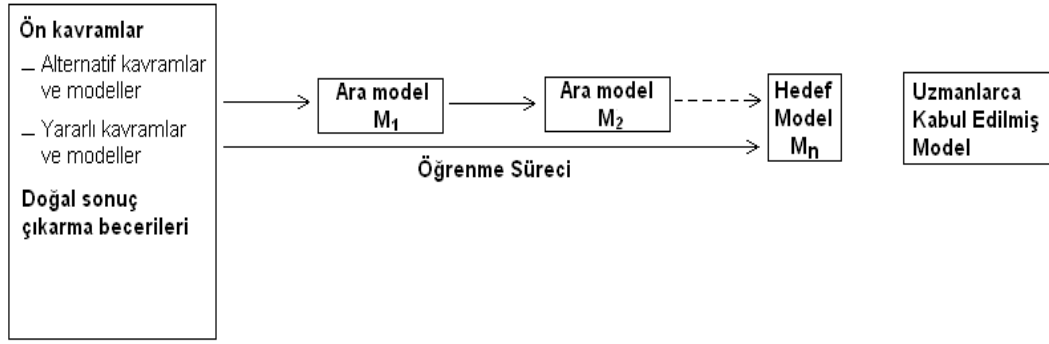
Modeller, iki farklı alandaki nitelikleri ve yapıları ilişkilendirmeyi içerir. Duit ve Glynn (1996)'e göre modeller kaynak ve hedef olmak üzere iki farklı alandaki nitelikleri ve yapıları ilişkilendirmeyi kapsamaktadır. Bu anlamda kaynak, hedef için model olarak adlandırılır [31]. Bu durumda, okuyucu için model ile benzetme arasındaki farkı vermede yarar vardır. Şekil 2.2'de de görüldüğü gibi bu ilişkinin tamamı benzetme olarak isimlendirilirken, R_1 kaynak, R_2 hedef, R_m de model adını almaktadır [16].



Şekil 2.2 Model ile Benzetme arasındaki İlişki [Durmuş ve Kocakülah, 2006, s.307'den alınmıştır]

Şekil 2.2'den de görüldüğü gibi modelleri model yapan benzetimsel ilişkilerdir. Dolayısıyla model oluşturabilmek için belli benzetimsel ilişkileri anlamak ve oluşturmak gerekmektedir.

Duit ve Glynn (1996), modelleri zihinsel ve kavramsal olarak iki grupta incelemektedir. Zihinsel modeller kişisel olup, öğrencilerin kendine ait bilgilerini gösterir [31]. Solomon (1995)'a göre öğrenciler deneysel çalışma yapabilmek için dilini, ellerini ve malzemeyi kullandıkları gibi zihinsel yapılarını da kullanırlar. Zihinsel modelleme denilen bu süreç, modelin özelliklerini sistemdeki gözlenen değişikliklere bağlamayı içerir [32]. Bununla birlikte kavramsal modeller ise, bilimsel olarak kabul edilmiş bilgiler olup herkes tarafından paylaşılır. Buna göre öğrencilerin zihinsel modeller ile öğrenilmesi gereken kavramsal modeller çatışırsa öğrenme güçlükleri ortaya çıkar. Bu açıdan öğrenme, öğretim öncesindeki zihinsel modelleri öğretilen kavramsal modellerle belli ortak noktaları olan öğretim sonrası modellere dönüştürme olarak ifade edilmektedir.



Şekil 2.3 Öğrenme Sürecinde Model Oluşturma [Durmuş ve Kocakulah, 2006, s.307'den alınmıştır]

"Clement (2000) öğrenmeyi, yukarıda verilen biçimde model oluşturma süreci olarak görmektedir. Buna göre öğrenme, öğrenciyi ön kavramlarından alıp hedef modellere doğru götürmektir. Bu süreç, hedef modeli geliştirirken bir veya daha fazla ara modellerin öğretim boyunca kullanılmasıyla olur. Sonuçta çalışılan alana bağlı olarak hedef model, öğretim öncesi ön kavramlarla yer değiştirebilir, onlara baskın gelebilir ya da beraber kabul görebilir. Bu durum, ön kavramların ne derece hedef modelle çelişen alternatif kavramlar ya da mevcut bilimsel modelle uyum içinde olan yararlı kavramlar içerdiğine bağlıdır." [16, s.307].

Aşağıdaki örnekte 16 yaş grubundan öğrenciler uçan balonları tartışmaktadırlar. Bu tartışmada hava molekülleri kavramı geçmekte ve balon içindeki havanın ısıtılmasının sonucu bu moleküllerin davranışı zihinsel model seçilerek açıklanmaktadır. Bu tartışmada kullanılan düzenek bir şişe ve şişenin ucuna geçirilmiş balondan oluşmaktadır [33].

Öğrenci 1: Hava molekülleri ısıtılmaktadırlar ve enerjinin tamamına sahip olup çok hareket etmektedirler.

Öğrenci 2: Isınan hava yükselir. Ve başka şeyler olur. Sıcak hava şişenin üst kısmına çıkar ve ardından tekrar soğuma ve aşağı inme gerçekleşir.

Öğrenci 1: Evet katılıyorum. Ayrıca parçacıkların etrafta titreşmesi ve genişlemesi de söz konusudur. Bu yüzden hava balonu doldurur.

Öğrenci 2: Evet.

Yukarıdaki öğrencilerin açıklamaları gözlem diline dayandırılmaktan çok, farklı teorik sisteme göre ifade edilmekte ve bilimsel olarak kabul edilemeyecek

cümleler içermektedir. Burada makroskobik bir sistem, parçacıkların mikroskobik bir bütün halinde davranışı olarak modellenmiştir. Tablo 2.1, öğrencilerin uçan balonlara ilişkin tartışmalarında model tabanlı açıklamalarının karakteristik yapısını özetlemektedir. Burada öğrencilerin kurduğu model doğrudan verilerden ortaya çıkmamakta tahmin veya hayal etme eylemi içermektedir. Modelle yapılan tahminler gözlemlerle kontrol edilebilir. Bununla birlikte, ters kanıtlar sonucu bir modeli çürütmek mümkün olsa da, o modelin doğru olduğunu kanıtlamak hiçbir zaman mümkün değildir [33]. Bu açıdan bilimsel modeller geçici bir statüye sahiptir.

Tablo 2.1 Model Tabanlı Açıklamaların Karakteristik Yapısı [Durmuş ve Kocakülah, 2006, s.308'den alınmıştır]

Bilimsel Sorgulama Şekli	Açıklamanın Doğası	Açıklama ve Tanımlama arası ilişki
<p><u>Teoriyi Değerlendirme</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Sorgulama kanıtlar eşliğinde teori veya modelin değerlendirmesini içerir. Teorik bilgi ve doğal olay arasındaki ilişkinin şüpheli olduğu kabul edilir. 	<p><u>Modelleme</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Teori ve modeller tahmine dayalıdır. İçinde teorik özellikler önerilen uyumlu hikayelerden oluşan açıklama. Gözlem ve teorik özellikler arasında süreksizlik taşıyan açıklama. Çoklu olası modellerin birleştirilmesi. 	<p><u>Varsayımsal-Tümdengelim</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Tanımlama ve açıklama arasındaki açık farklılık belirtilir. Bir açıklama ileri sürmenin gözlenen veya olmuş kabul edilen duruma ait özelliklerin farklı kategorilerindeki teorik varlıklar hakkında tahminlere dayalı açıklamalar olduğunu bilmek. Açıklama mantıksal olarak gözlenen veriden çıkarılamaz. Teorilerin geçici statüsünün farkında olma; teorinin doğru olduğuna inanmama.

Öğrenciler arasında baskın olan eğilim, açıklamalarında doğrusal sebep zincirleri yansıtma şeklindedir. Bu durum fen eğitiminde sezgisel açıklamaların bir karakteristiği olarak ortaya çıkar. Öğrenciler, şırınganın sapı çekildiğinde silindirik kapsülde boşluk oluşacağını ve bu boşluğun da sıvıyı içeri çekeceğini düşünürler. Benzer doğrusal açıklama örneği ekoloji kavramlarından da verilebilir. Bitki, tavşan,

fare, kurt ve baykuştan oluşan bir besin ağında öğrenciler popülasyon değişimlerini hangi türün hangi türü yiyeceğine odaklanarak doğrusal sıraya uygun olacak şekilde açıklamaktadırlar. Benzer şekilde Kocakulah (1999) çalışmasında öğrencilerin, manyetik alan kaynağının hareket ettirilmesinin komşu iletkende bir indüksiyon akımı oluşturacağını ancak manyetik alan kaynağı sabit iken komşu iletkenin yaklaştırılıp uzaklaştırılarak hareket ettirilmesinin iletkende indüksiyon akımı oluşturmayacağını düşündüklerini göstermiştir [34].

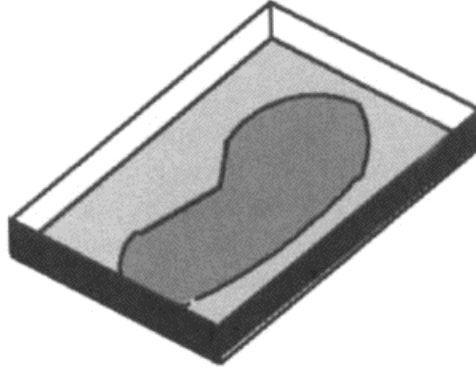
Yukarıdaki örneklerde de görüldüğü gibi, nedene ilişkin doğrusal açıklamalar neden ve onun etkisi formatında sunulmakta olup fen öğretiminde kullanılan açıklamalardan ayrılmaktadır. Çoğunlukla bilimsel açıklamalar bir modele dayandırılır ve bu model matematiksel model, analog model veya ilişki modeli olabilir. Bütün bu durumlarda incelenen olay ya da kavrama ait açıklamalar modeldeki değişkenler arası ilişkiye dayandırılarak yapılır. Bu nedenle öğretim sırasında modellere dayalı açıklamaların altında yatan ilişki anlaşılır olmayınca, öğrenciler için de açıklamayı oluşturan elemanların ne olduğunu ayırt etmek güç olmaktadır.

Matematik Sınıflarında Kullanılabilecek Örnek Modelleme Gerektiren Etkinlikler

Aşağıda modelleme gerektiren etkinlik örnekleri bulunmaktadır. Bunlar:

1. Bulduğunuz yerden (Chicago'nun kuzey bölümü) hava alanına (O'Hare havalanı) gitmenin en uygun yolunu bulunuz [35]. Klasik problem çözme etkinliklerinden farkı, soru kökündeki belirsizliktir. En uygunlukla, hız mı, güvenlik mi, basitlik mi, rahatlık mı, ucuzluk mu yoksa taşıt mı (taksi, tren veya otobüs mü) kast edilmektedir.

2. Polis, bir cinayet mahallinde ayak izlerine rastlamıştır [8]. Polis, aşağıda görünen ayak izinden yola çıkarak suçlunun boyu hakkında bir tahminde bulunmak istiyor. Polise yardımcı olmak için ayak izinden o kişinin boyunu bulabileceği bir matematiksel formül geliştiriniz.



3. Bir yarış aracının 10 saniye boyunca yaptığı hızlar aşağıdaki tabloda verilmiştir [35]. Aracın ilk hızı 20 metre/saniye dir. Araç yavaşlayarak 10 saniye sonra durmuştur. Aracın on saniye boyunca aldığı yolu bulunuz.

Süre (Saniye)	Hız (metre/saniye)
0	20
2	14
4	9
6	5
8	2
10	0

Matematik derslerinde incelenebilecek bu problemi çoğu öğrenci, fizik problemi olarak görüp fizikte öğrendikleri yaklaşımı (hız-zaman, yol-zaman gibi) kullanarak çözmeyi deneyebilirler. Sonuçta bilgisayar veya hesap makinesi kullanılarak bu veriye uygun matematiksel hızı temsil eden bir model bulunabilir ($v(t) = 0,125t^2 - 3,25t + 20$). Hız-yol arasındaki ilişki kullanılarak da alınan toplam yol bulunabilir ($s(10) = \int_0^{10} (0,125t^2 - 3,25t + 20) dt = 79.17$ km). Beklenen yaklaşım bu olabileceği gibi öğrenciler, verileri grafiğe dönüştürerek grafiksel çözümden de yararlanabilirler. Ayrıca tabloyu inceleyerek tabloda fark ettikleri örüntüye dayalı olarak yaklaşık sonuçlar üretebilirler.

Yukarıdaki etkinliklerden de anlaşılacağı gibi fen ve matematik eğitiminde modellemenin getirdiği bazı avantajlar vardır. Modeller öğrencilerin fen ve matematikteki teorilerin önemli noktalarını anlamalarını kolaylaştırır. Bilimsel bilginin son şeklini almış bir konuyu ilk kez görececek bir ilköğretim öğrencisi için son

derece karmaşıktır ve bu aşamada da modeli oluşturan anahtar fikirler iyi organize edildiğinde öğrenciyi bilimsel fikre adım adım yaklaştırır. Modeller öğretme ve öğrenme yardımcıları olarak kullanılabilirler. Bununla birlikte model hedefe uygun benzetmelere dayanır, bu nedenle de öğrencilerin modellenen hedef kavramla ilgili çalışmaları süresince test edilebilir hipotezler üretebilmelerine olanak sağlar. Bu hipotezlerin test edilmesi öğrencilerin hedef hakkında yeni fikirlerinin onların kurduğu ara modellerle ortaya çıkarılmasını sağlar. Böylelikle öğretmen öğrencilerinin ‘öğrenme yollarını’ (learning pathway, [37]) keşfederek öğretimini buna göre planlayabilir. Kısaca, öğrencilerin kendi modellerini yapmalarını ve eleştirmelerini sağlamak öğrenmede kavramsal gelişimi sağlar [16].

2.2 İlgili Araştırmalar

Yapılan literatür taraması sonucunda modelleme süreci ve matematiksel modellemeyle ilgili yapılan çalışmalar sunulmuştur.

English ve Watters (2004), çalışmalarında ilköğretim birinci kademedeki öğrencilerin matematiksel bilgilerinin ve muhakeme etme süreçlerinin gelişimini araştırmışlardır. Bunu iki modelleme problemi ile gerçekleştirmişlerdir. (The Butter Beans Problem ve The Airplane Problem) Bu problemler, matematiksel yollardan yorumlanmayı ve tanımlanmayı gerektiren ve veri tablolarını içeren otantik durumları kapsamaktadır. Aynı zamanda çözüm sürecinde dikkate alınacak spesifik kriteri kapsayan altyapı bilgisini de içermektedir. Çalışma 3. sınıflardan dört sınıf ve 6 aylık programa katılan öğretmenlerle yapılmıştır. Bu 6 aylık program, öğretmenler için profesyonel gelişimi içeren hazırlayıcı modelleme aktivitelerini içermektedir. Bulgularında öğrencilerin,

- 1) Problemlere informal ve kişisel bilgilerini uyguladıkları yollar,
- 2) Veri tablolarını nasıl yorumladıklarını,
- 3) Veriler üzerinde nasıl işlemler yaptıklarını,
- 4) Önemli matematiksel fikirleri nasıl geliştirdiklerini,
- 5) Matematiksel anlamalarını sundukları yolları belirtmişlerdir.

Analizlerinde ise özellikle öğrencilerin,

- 1) Oluşturduğu, sunduğu ve uyguladığı matematiksel fikirlerin gelişimi ve yapısıyla,
- 2) Düşünme, muhakeme etme ve iletişim kurma süreçlerinin gelişimi ve yapısıyla,
- 3) Grupların ve sınıf ortamlarındaki öğretmenler ve öğrencilerden oluşan sosyo-matematiksel etkileşimlerin gelişimi ile ilgilenmişlerdir.

Çalışmada kullanılan modelleme problemleri, öğrencilerin normalde okul müfredatında karşılaşmadıkları türde olup, önemli matematiksel fikirleri ve süreçleri geliştirmeleri için cesaretlendiricidir. Matematiksel fikirler, reel problem durumları içerisinde vardır ve öğrenciler problemleri çalışırken bunları araştırmaktadır. Böylece öğrenciler dünya hakkındaki bilgilerinin değişen düzeylerinde bu matematiksel fikirlere geçiş yapmaktadırlar. Her iki modelleme probleminde de, öğrencilerin informal, kişisel bilgilerinin kullanımını ve problemdeki anahtar bilgiler arasındaki etkileşimi gözlemlemişlerdir. Öğrencilerin informal bilgilerinin problemdeki bilgiyi tanımlamak ve ilişkilendirmek için onlara yardımcı olduğu ve bazı grupların da informal bilgileriyle yazılı raporlarını süslediklerini belirtmişlerdir. Aynı zamanda öğrencilerin informal bilgilerinin onları herhangi bir yere yönlendirmediğini fark ettiklerinde, dikkatlerini yeniden spesifik görev bilgisine çevirdiklerini gözlemlemişlerdir.

Çalışmanın bulgularında, bu problemlerin öğrencilerin bilişüstü ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmede önemli olduğunu vurgulamışlardır. Bu beceriler, kişisel ve görev bilgisini ayırt edebilecek ve her bir problem çözümü boyunca ne zaman ve nasıl uygulama yaptıklarını bilmelerini gerektiren becerilerdir. Öğrencilerin veri tablolarıyla çalışmada ve bu tabloları yorumlamada kolaylıkla üstesinden geldikleri gibi, bazı grupların ise zorluklar yaşadıkları gözlemlenmiştir. Her iki modelleme probleminde de, öğrencilerin sınıftaki öğretimler boyunca daha önce deneyim kazanmadıkları önemli matematiksel fikirlerin ortaya çıktığını belirtmişlerdir [38]. Bununla birlikte, NCTM (2000)'in de 3.-5. sınıflardaki cebir dersleri için önerdiği gibi, niceliksel ilişkileri keşfetme, değişimi analiz etme, değişen değişim oranlarını belirleme, tanımlama ve kıyaslama gibi fırsatları öğrencilere

sağladıklarını belirtmiştir [39]. Ayrıca, çalışmalarındaki bu modelleme aktivitelerinin öğrencilerin matematiksel tanımlama, açıklama, doğrulama ve ispatlama gelişimlerine katkılarının bulunduğu özellikle altını çizmişlerdir. Çünkü problemler, öğrencilerin çok sayıda soruyla, tahminlerle, argümanlarla, çelişkilerle ve yeniden çözümlenmelerle uğraştıkları sosyal aktivitelerdir [38].

English (2003), bu çalışmasında uzlaştırma teorisi, araştırma ve pratiğine ait bir yaklaşıma işaret etmektedir. Yani öğrenmeye etkisi olan modeller ve modelleme yaklaşımını içeren çok basamaklı öğretim deneyimidir. Bu çalışmada incelenen dört basamaklı öğretim deneyimi, farklı tecrübelerle öğrenme ve anlam oluşturmada ortak bir amaçla birbirlerine bağlı olarak çalışan, farklı gelişim düzeylerindeki katılımcıları içermektedir. Araştırma, her düzeydeki öğrenmeyi maksimum hale getirecek deneyimlerin dizaynını ve uygulamasını kapsamaktadır. Araştırmadaki deneyimler, bazı kompleks sistemlerin davranışını tanımlamak, anlamını oluşturmak, açıklamak veya tahmin etmek için kullanılan modellerin oluşturulmasını ve uygulanmasını içermektedir.

İlk proje, üç yıllık bir süreyi kapsayan (2001-2003) boylamsal (longitudinal) bir çalışmadır. Beşinci sınıftan (10 yaş grubu) yedinci sınıfa (12 yaş grubu) kadar olan öğrencilerden oluşan bir sınıfın matematiksel modelleme gelişimleri izlenmiştir. Öğrenciler, Avustralya, Queensland'de karma eğitim yapan özel bir okulun öğrencileridir. Öğrencilerin matematiksel öğrenmelerinin ve sınıf öğretmenlerinin de modellerinin gelişimi projenin esas odağıydı. Bu projenin ilk yılında, sınıf öğretmeni de, öğretiminin ilk yılındaydı. Aynı zamanda, bu ilk yıldaki katılım, dört yıllık eğitim fakültesinin son yılında bulunan öğretmen adaylarından oluşan küçük bir gruptan oluşmuştur. Projenin birinci yılındaki öğrencilerin modelleme aktiviteleri, haftada iki kere, bir buçuk saatlik oturumlar halinde dört ayı aşkın bir periyotta yürütülmüştür.

İkinci araştırma projesi de (Doerr ve English tarafından öne sürülmüş) Queensland'de karma eğitim yapan özel bir okulda yürütülmüştür. İlköğretim ikinci kademe öğretmenlerinden yedi kişi beş modelleme probleminden oluşan çalışmayı uygularken araştırmacılarla işbirliği halinde çalışmışlardır. Çalışma 10-12 dersten

oluşan etkinlikleri kapsamaktaydı ve bu etkinliklerin her biri 60-70 dakika sürmüştür. Ağustos-Eylül 2002'de 3-4 haftalık süren bir periyotta gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın amaçlarından biri, örnek olay çalışması olarak sunulan bu öğretmenlerden ikisinin, öğrencilerin verilen görevler karşısındaki matematiksel muhakemelerini yorumladığı ve desteklediği yolları araştırmaktır. Başka üniversite kararları nedeniyle bu ikinci projeye öğretmen adayları katılamamışlardır [40].

Her iki projede de sınıftaki öğrenme deneyimleri, matematiksel gelişime teşvik etmek amacıyla dizayn edilmiştir. Fakat bu gelişimin yönü dikte ettirilmemiştir [41]. Projelerde kullanılan modelleme görevlerinin özelliği, çoklu deneyimlerle meşgul edecek fırsatları öğrencilere sağlamaktır. Bu deneyimler, öğrencilere matematiksel yapıların gelişimini keşfetmek, yeni ortamlarda modelleri uygulamak ve yeni yollarla modelleri kapsamlaştırmak şeklinde meşgulliyet sağlamaktadır. Birinci projenin birinci yılının sonunda uygulanan problem, çoklu veri tablolarını yorumlamayı ve bunlarla ilgilenmeyi, veriler arasındaki ilişkileri keşfetmeyi, oran fikrini ve oransal muhakeme etmeyi kullanma, görsel ve yazılı formlardaki bulguları sunma gibi aktiviteleri içermiştir. İkinci projedeki uygulanan problemler, nicelikleri seçme, sıralama ve nicelikleri belirleme aracılığıyla oranlama sistemlerinin gelişimi üzerine odaklanmıştır [40].

Modelleme problemleri, iki kriteri karşılamak için dizayn edilmiştir, yani modelleme problemleri öğrencilere uyarıcı gelmeli, öğrencilerle ilgili olmalıdır. İkincisi matematiksel olarak üretici olmalıdır [8]. İlk kriterle ilgili olarak, problem bağlamları anlamlı ve deneysel olarak öğrenciler için reel durumlar sağlamıştır. Deneysel olarak reel bağlamların anahtar özelliklerinden biri, öğrencilerin matematikselleştirme becerilerinin gelişimi için bir platform sağlamaktır. Böylece bu projeler, öğrencilerin sınıf ortamlarının ötesinde yaşamlarında matematiği 'üretici bir kaynak' olarak kullanma fırsatını sağlamıştır [43, 44].

Oğuz'un (2007) yaptığı çalışmada, öğrencilerin anlama ve düşüncülerinin model oluşturma yöntemi ile geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Çalışmadaki öğrencilerin tümü, şehirdeki bir devlet ilköğretim okulundaki yedinci sınıf öğrencilerinden oluşmuştur. Veriler 9 kız öğrenciden toplanmıştır. Katılımcılar,

çalışmaya gönüllü olarak katılmışlardır. Çalışma 10 hafta süren ve bir haftada iki gün olmak üzere bir buçuk saatlik oturumlar halinde yürütülmüştür. Araştırmacı katılımcıları kontrol etmemiştir. Etkinlikler, haftalık olarak fen kulübünün bir parçası şeklinde okul derslerinin sonrasında gerçekleştirilmiştir. Etkinliklerin her bir oturumu boyunca, benzer bir prosedür takip edilmiştir. Oturumlarda öğrencilere problemi tanımlayan kısa metinler verilmiştir. İlk adımda gözlem yapmalarını veya bir deneyi dizayn etmeleri istenilmiştir. İlk adımın amacı, modeli oluşturmadan önce deneyi dizayn etmelerini anlamaktır. İlk aktivite sırasında, öğrencilere fikirlerini organize etmelerine yardımcı olmak amacıyla yönlendirici metinler verilmiştir. Bu oturum 'ara bilgilendirme' olarak isimlendirilmiştir. Sonuç olarak, sadece çevresel tercihleri hakkında fikirlerini öğrenmek değil aynı zamanda bir deneyi dizayn etmeyi öğrenmeleri de umut edilmiştir. Bir sonraki adımda ise istenen, bilinmeyen bir durumda öğrencilerin stratejilerini test etmesidir. Bilinmeyen durum, öğrencilerin deneyi dizayn etme modelinin temsilini test etmek amacıyla oluşturulmuştur. Çalışma sürecinde, öğrenciler hayvanlara ait ortak çevresel faktörleri, veri toplama, resimleme, cisim tasarlama ve gözlem raporu hazırlama yolu ile araştırmışlardır. Gözlem raporlarının hazırlanması, öğrencilerin deneyimlerini ve soyut kavramları ifade etmelerine olanak sağlamıştır. Buna ilave olarak, öğrencilerin deney raporları, araştırmacının dolaylı olarak öğrencilerin zihinlerinde oluşturdukları modelleri anlamasına fırsat sağlamıştır. Öğrenciler ilk etapta oluşturdukları modelleri, benzeşim yoluyla yeni modellere dönüştürerek geliştirmişlerdir.

Bu çalışmadan çıkan sonuçlar; öğrenme kazanımları ve çıkarımlarının, öğrencilere öğretim verildiğinde kendi işlerini yaptıklarında kazanıldığını önermektedir. Bu aktiviteler boyunca öğrenciler, bir deney deseninin modelini oluşturduklarının farkındadırlar. Buradan, model oluşturmanın uzun bir süreç olduğunu ve öğrencilere spesifik öğretim yapılmadan modelleri oluşturmada öğrencilerin güçlükler yaşayabileceği sonucuna varılabilir. Böylesine kısa bir sürede, öğrencilerin her detayı tam olarak anlamaları beklenilmemelidir. Diğer yandan model oluşturma, öğrencilerin daha fazla şey öğrenmeleri için öğrencilerin merakını besleyen ve onları cesaretlendiren bir öğrenme döngüsü olarak düşünülebilir. Sonuç olarak fen eğitiminin amacı, bilimsel araştırma ve çalışma becerilerini öğretmek olmalıdır. Bu anlamda öğrencilerin, hipotez formülasyonunda

ve araştırma deseninde tecrübe etmelerini sağladığı anlamına gelmektedir. Modeli kritik etme ve modifikasyon süreçleri, araştırma için umut verici aktivitelerdir. Çalışmanın bulguları, model oluşturma ve geliştirme yönteminin fen öğretimine olumlu katkı sağlayacağını göstermektedir [45].

Buckley (2000), biyolojide öğrencinin dolaşım sisteminin zihinsel model oluşturmaya ilgili örnek olay çalışmasını gerçekleştirmiştir. Araştırmada araştırmacı sadece model oluşturmaya öğrenmeyle ilgili bazı değerli yeni bilgileri temsil etmekle kalmamış, aynı zamanda araştırmayı sınıf tabanlı çalışmasıyla açık ve tutarlı bir tavırda sunmuştur. Daha da fazlası, model oluşturmaya öğrenmede, öğrenme aktivitelerinin rolleri ve temsilleri tanımlanarak incelenmiştir. Dolaşım sisteminin yapısı, fonksiyonu, davranışı veya mekanizmasıyla ilgili her bir temsil tanımlanmıştır. Çalışmalarda öğrenciler, sadece yeni bir konu hakkında bilgi edinmekle kalmayıp aynı zamanda stratejiler kullanarak yeni bilgiyi edinme sürecini de yaşamışlardır. Bu çalışma, model tabanlı öğrenme ve öğretmenin sadece yeni bilimsel bilginin bir şekli olmakla kalmayıp aynı zamanda yeni bilimsel kavramların büyük bir kısmını öğrencilere öğretmede liderlik etmenin bir şekli olduğunu önermeyi amaçlamaktadır. Bu, öğrencilerin daha fazla şey öğrenmesinde onları cesaretlendiren ve merakını besleyen bir öğrenme döngüsü olarak düşünülebilir. Modelleme yoluyla öğrenciler sınıf ortamında yeni bir konu alanını öğrenirken, aynı zamanda stratejiler kullanarak da yeni bilgiyi elde etme prosedürünü öğrenmişlerdir. Kısacası model oluşturma yoluyla öğrenme süreci, fen eğitiminde önemli bir rol oynamasına rağmen alanda çok az dikkat toplamaktadır [46].

English (2006) tarafından yapılan çalışma, Queensland, Avustralya'da özel, karma bir okuldaki bir sınıfın öğrencilerini ve onların öğretmenlerini içeren 3 yıllık, gelişim süreciyle ilgili öğretme deneyimi olarak şekillenmiştir. Öğrenciler, modelleme programına 5. sınıfta başlamışlar ve 7. sınıfın sonuna kadar devam etmişlerdir. Altıncı sınıftaki öğrencilerin yerel kavramsal gelişimlerini, birkaç okul döneminde ayrıntılı bir şekilde çalışarak matematiksel modelleme problemini (en iyi küçük paya karar vermek için tüketim kılavuzu yaratılması) çalıştıkları matematiğe dönüştürme süreçlerini incelemiştir. Öğrenciler ve öğretmenler, matematiksel modelleme probleminin aşamalarının beşinci sınıftan yedinci sınıfa kadar

yürütüldüğü üç yıllık boylamsal bir öğretim sürecine katılmışlardır. Bu çalışma, bir grup öğrencinin gelişiminin tekrarlanan devirlerinin bir analizidir. Ayrıca öğrencilerin tasarılar hakkındaki eleştirel düşünceleri de anlatılmıştır. Sonuçlar, öğrencilerin anlamlı problem çözme sayesinde nasıl bağımsızca yapılar ve süreçler geliştirdiklerini göstermiştir. Öğrencilerin gelişimi, yapıları işlemsel olarak tanımlamak için sistemler oluşturulmasını içerir; seçme, sınıflama ve faktörleri sıralama; nicel ve nitel bilgiyi sayma; ve nicelikleri dönüştürmedir. Çalışmada modeller, “unsurları, sistemleri, çalışma tarzları, ilişkiler ve başka bilinen sistemlerin davranışlarını tanımlama, açıklama veya tahmin etmekte kullanılabilen kurallar’ olarak bahsi geçmektedir. Bu açıdan bakıldığında modelleme problemleri, problem çözücünün geleneksel okul deneyiminin ötesinde matematiksel düşünmeyle ilgilendiği ve ortaya çıkan ürünlerin sıklıkla eskiden kullanılan karmaşık araçlar ve bazı hedefleri gerçekleştirmek için gereken kavramsal araçların içerildiği bileşik durumlardır.

Bu çalışmada, altıncı sınıfın sonlarına doğru, kapsamlı matematiksel modelleme problemine (tüketim kılavuzu oluşturma) çalışan öğrencilerin yerel kavramsal gelişimleri ve matematikselleştirme süreçleri tanımlanmış ve analiz edilmiştir. Çalışma, matematik öğreniminde ve problem çözmede, dikkati matematiğin bir hesaplama olmasının ötesinde matematiğin kavramsallaştırma, tanımlama ve açıklama olduğu tarafa doğru kaydıran bir modeli ve modelleme açısını benimsemiştir. Çalışma uygulanırken, çoklu seviye işbirliği kullanılmıştır. Bu çerçevede öğrenciler, matematiksel modelleri yapılandırırken, geliştirirken ve uygularken işbirliği yaparak çalışmışlardır. İkinci seviyede, sınıf öğretmenleri, öğrenci aktivitelerini planlarken, gözden geçirirken ve uygularken araştırmacılar ile birlikte çalışmışlardır. Üçüncü seviyede araştırmacılar, bütün katılımcıların bilgi gelişimini gözlemlemişler, yorumlamışlar ve hakkında rapor tutmuşlardır. Yeni bir problemi uygulamadan önce ve sonra araştırmacı-öğretmen toplantıları yapılmış ve sadece öğrencilerin gelişimine odaklanılmıştır.

Çalışmanın ilk yılında, okul içinde ve dışında meydana gelen matematik ve matematiksel problem çözme ve bunu ortaya koyma hakkında sınıf tartışmalarını içeren bir dizi hazırlayıcı modelleme deneyimleri uygulanmıştır. Öğrenciler bir dizi

rutin olmayan problemi, bu problemlerin dayandığı yapılara odaklanarak keşfetmişlerdir. Ayrıca veri tabanlarıyla çalışma ve matematiksel veri içeren hikayeleri yorumlama gibi tanıtıcı modelleme deneyimleri üzerinde gruplar halinde çalışmışlardır. Daha sonra, öğrencilerin bir model geliştirme ihtiyacı ile karşı karşıya getirildiği model ortaya çıkarma aktivitesi uygulanmıştır. Bu aktiviteyi takiben öğrenciler, modellerini farklı durumlar içinde benzer planlanmış problemlere uygulayacakları bir model-keşfetme aktivitesinin içinde bulundurulmuşlardır. İkinci ve üçüncü yıllarda, bir tane ilk model oluşturma problemi, bir tane model keşfetme problemi ve iki tane model adaptasyon problemi uygulanmıştır.

Öğretmenler ve araştırmacılar, öğrenciler aktiviteleri yaparlarken öğrencilerin etkileşimlerini gözlemleyerek ve gerektiği zamanlarda fikirlerini doğrulamalarını ve açıklamalarını isteyerek sınıf içerisinde gezinmişlerdir. Direk olarak bir öğretim verilmemiştir; öğrenciler yardıma ihtiyaç duyduklarında, düşüncelerini tekrar odaklamak için onlara birkaç soru yöneltilmiştir. Program, öğrencileri çok çeşitli veri tablolarını yorumlamaya ve bu tablolar ile uğraşmaya yöneltmiştir. Ayrıca ortalama, oran, derece, orantı, ölçülmüş dereceler, örnekleme, genelleştirilebilirliğin informal kanıları, problem içine yerleştirilmiştir. Öğrencilere, aktivitelere başlamadan önce bu matematiksel yapılar ve süreçler hakkında herhangi bir formal öğretim verilmemiştir, bu problemler daha çok bu gelişimi yükseltmek için planlanmıştır. İlk senenin çalışmasında, öğrencilerin ilk model ortaya çıkarma aktivitelerini tamamlamaları bu gelişimin kanıtı olarak görülebilir.

Araştırmada yönelinen problem, “en iyi cipsin hangisi olduğuna karar vermede tüketici için kılavuz yaratma”, çalışmanın ikinci senesinde uygulanan iki model adaptasyon problemlerinden ilkiydi. Okul yılının ikinci yarısında bu problem için, haftada 40-45 dakika süre olmak üzere 6 hafta ayrılmıştır. İlk süreçte öğrencilere tüketici kılavuzu hakkında kısa ve öz bir makale verilmiştir, daha sonra öğrenciler sınıf olarak yöneltilen dört soruyu tartışmışlardır. Öğretmen, tüketicilerin görüşleri, çeşitli tüketici maddeleri, bir maddeyi satın alırken tüketicilerin düşünmesi gereken kriterler ve tüketici rehberlerinin doğası gibi konuları içeren tartışmayı yönlendiren kişi olmuştur. Öğrenciler daha sonra gruplara ayrılmışlar ve aktivitenin ikinci bölümünü oluşturan konuları yani, tüketici kılavuzu yaratmayı düşünmeye

başlamışlardır. Öğrenciler aktiviteleri üzerinde çalışmaya iki dönem daha devam etmişlerdir. Öğrencilerin geliştirdikleri modeli doğruladıkları ve açıkladıkları sonra akranlarından geribildirim ve sorular aldıkları 4. hafta grup raporları sunulmuştur. Modeller arasındaki benzerlikler ve farklılıklar hakkında münazara yapılmıştır. 5. ve 6. haftalarda öğrenciler, modelleri hakkında eleştirisel değerlendirme yapma ile meşgul olmuşlardır. Araştırmacı öncelikle bütün sınıfın katıldığı yapıcı detaylı açıklamaların doğası hakkında bir tartışma başlatmıştır.

Çalışmada veri kaynakları, bütün sınıfın katıldığı tartışmaların ve grupların problem aktiviteleri sırasında verdikleri cevapların ses ve görüntü kayıtlarını, çalışma kağıtlarını, modellerinin detaylarını ve nasıl geliştirdiklerini anlatan final raporlarını, sınıf sunumlarını, öğrencilerin yazılı detaylı açıklamalarını ve sınıf gözlemlerinin alan notlarını içermiştir. Bütün sınıfın katıldığı tartışmalardan ve öğrenci gruplarından elde edilen veriler, analiz için kopyalanmıştır. Bütün sınıfın katıldığı münazaraların, alan notlarının ve öğrencilerin model gelişimleri hakkındaki sözlü raporlarının kopyaları, daha fazla kanıt bulmak için analiz edilmiştir. Öğrencilerin model geliştirme sırasında içine girdikleri matematikselleştirme süreçlerini tanımlamak ve karşılaştırmak için çalışma kağıtları ve yazılı final raporları da analiz edilmiştir. Son olarak, öğrencilerin akranlarının modelleri hakkındaki yorumları ve modellerini yeni durumlara nasıl uygulayacakları hakkındaki yorumlarını içeren yazılı detaylı açıklamaları incelenmiştir. Çalışmanın önemli olan birkaç yönü vardır. İlki ilköğretim birinci kademe öğrencilerinin, ilköğretim ikinci kademe öğrencileri seviyesindeki modelleme problemleri programına başarılı bir şekilde katılabildiklerini; farklı bilgi seviyelerinde çözülebilen ve problem çözme yaklaşımları çeşitliliğine imkan tanıyan problemler olduğu için farklı düzeylerdeki öğrencilerin öğrenme yaşantılarına katkıda bulunmuştur. Geleneksel sınıf içi problem çözmeye zıt olarak problemleri modelleme, öğrencilerin matematik anlayışının çeşitli yönlerde gelişmesiyle beraber çeşitli öğrenme yöntemlerine de olanak sağlaması çalışmanın sonuçları arasındadır. Sonuç olarak modelleme problemleri, küçük grup çalışmaları için düzenlendiğinden dolayı problem çözme sırasında grup rollerini üstlenmeyi kolaylaştırmıştır. Böyle roller, grubun bütünlüğünü sürdürmeyi, grubun ilerlemesini denetlemeyi/geliştirmeyi ve hareket etme yollarını başlatmayı içermektedir [47].

English (2002)' in başka bir çalışması da, üç yıllık boylamsal bir çalışmadır. Beşinci sınıf öğrencilerinin bir dersteki gelişimlerini incelemektedir. Öğrencilerin belirli bir soruya kısa bir cevap bulduğu alışılmış ders problemlerinin aksine modelleme aktiviteleri, geliştirilebilir ve yeniden kullanılabilir ilişkilerin bir sistemini oluşturmak için ihtiyaç duyulan otantik durum çalışmalarındaki öğrencileri kapsamaktadır. Bu çalışmada, modelleme deneyimine sahip olmayan 10 yaşındaki öğrencilerin yeni fikirleri ve ilişkileri geliştirmek için var olan matematiksel bilgilerini nasıl kullandıklarını ve bu gelişmelerle küçük gruplar içerisinde önemli sosyal etkileşimlere girerek nasıl çalıştıkları gösterilmektedir. Çalışmadaki program, öğrencilerin okulun içinde ve dışında meydana gelenlerle ilgili olarak matematik ve matematiksel problem çözme ve ortaya atma üzerine bakış açılarını ve hissettiklerini ifade ettikleri 'hazırlayıcı' deneyimleriyle başlamıştır. Öğrenciler aynı zamanda programda, matematiksel yapıları analiz ettikleri, benzer yapıları tanımladıkları, problemlere yaklaştıkları yolları, tartıştıkları ve çözümlerini paylaştıkları rutin olmayan problemleri keşfetmişlerdir. Bu deneyimler, modelleme aktiviteleri tanıtılarak izlenilmiştir. Öğrencilere, program boyunca iki farklı problem uygulanmıştır. Öğrencilerin, problemin her birini tamamlamaları iki oturum sürmüştür. Gruplar halinde çalışmışlardır. Çalışmada başarı düzeyleri karışık 6 grup vardı. Gruplar modellerini geliştirdikten sonra, yapıcı dönütler ve sorgulama için sınıfa çalışmalarını sunmuşlardır. Sınıf tartışmasında geliştirilen ilişkilere ve anahtar matematiksel fikirlere odaklanmışlardır. Çalışmada veri kaynaklarını, öğrencilerin modellerini nasıl geliştirdiğini ve modellerinin detaylarını içeren final raporları ve çalışma kağıtlarıyla birlikte öğrencilerin problem aktivitelerine cevaplarının ses ve video kayıtları oluşturmuştur.

Çalışmanın sonuçları öğrencilere reel dünyaya ait örnek olaylar anlamlı olarak sunulduğunda, matematiksel modelleme problemleriyle başarılı olarak nasıl çalıştıklarını göstermiştir. Öğrenciler bilginin izole edilmiş alt kümeleri üzerine odaklanmadan, verilen bilgiyi kullanmalarına yardımcı olan matematiksel işlemleri uygulamada gelişim göstermişlerdir. Final modelini geliştirirken, yapılandırılmış bir yaklaşımı benimsemeye ihtiyaç duydukları bir farkındalık göstermişlerdir. Çalışmada bazı gruplar, ortalamalarla olduğu gibi kalırken başka gruplar verilerdeki ilişkileri keşfetme yönünde hareket etmişlerdir. Ve ikinci probleme bu öğrenmeyi

daha kolay şekilde uygulamışlardır. Bu gelişmeler herhangi formal öğretimin yokluğunda, öğrencilerin fikirlerini tanımlamayı, yapılandırmayı, açıklamayı, doğrulamayı, kontrol etmeyi ve iletişime geçmesini sağlamıştır. Bu gelişmelerdeki önem, gruplar içerisinde doğal olarak gerçekleşen sosyal etkileşimlerdir. Bu etkileşimler, öğrencileri derslerini planlama ve gözden geçirmeye, bir diğerinin varsayımlarına ve iddialarına meydan okumayla, açıklama ve doğrulama için soru sormayla, gelişimi izlemeye ve bir takım olarak çalışılan grubu sağlamayla meşgul olmalarına katkıda bulunmuştur [48].

Verschaffel, De Corte ve Borghart'ın (1997) yaptıkları çalışmada, gerçekçi bakış açısına göre yarısı problematik olan 14 sözel problemden oluşan bir test, Flanders'da üç farklı ilköğretim öğretmeni yetiştirme enstitülerindeki 332 öğretmen adayıyla yönetilmiştir. Öğretmen adaylarının yaklaşık üçte ikisi (n=228) eğitiminin ilk yılında olan yeni başlayan adaylardan oluşmuştur. Üçte biri ise (n=104), eğitimi neredeyse tamamlamak üzere olan üçüncü yılındaki öğrencilerdir. Eğitiminin ilk yılında olan öğrenciler, 18-19 yaş aralığındaydı. Eğitiminin üçüncü yılındaki öğrencilerin yaşı ise 20 veya 21 yaşındaydı. Çalışmada kullanılan materyaller, kağıt ve kalem testidir. Test, 14 sözel problemden oluşmaktadır. Bunlardan yedi tanesi 'problematic' maddelerdi (P-maddeler). Yani matematiksel modellemenin temelinde yatan varsayımlar, gerçekçi görüş noktasında problematiktir. Yedi tanesi problematik olmayan standart maddelerdi (S-maddeler). Bu standart maddeler, verilen sayılarla bir veya daha fazla aritmetik işlemlerin problematik olmayan bir şekilde uygulanmasını gerektiren tarzdeki maddelerdir. Test, öğretmen adaylarının tümüne iki kez verilmiştir. Fakat her defasında, farklı bir görevle verilmiştir. İlk kez verildiğinde, öğretmen adaylarının kendilerinin 14 maddeyi cevaplamak zorunda oldukları bir görevle karşı karşıya getirilmişlerdir. Bununla birlikte çalışmanın gerçek amacı hakkındaki şüpheyi ve/veya motivasyon eksikliğini önlemek için, sözel problemleri sadece çözmeleri istenilmemiş aynı zamanda beşinci sınıfların temsili bir grubu arasındaki en çok rastlanan hataları tahmin etmeleri de istenilmiştir. Test-2'de öğretmen adaylarından Test-1'deki gibi aynı 14 probleme öğrencilerden elle yazılan dört farklı cevabı puanlamaları istenilmiştir. Test-1' in sonuçları tahmin edildiği gibi, problematik sözel problemlerle karşılaşıldığında, reel dünya bilgisini ve gerçekçi düşünceleri hariç tutma yönünde güçlü bir eğilimin

olduğunu göstermiştir. Gerçekten yedi tane P-maddesine verilen bütün tepkilerin sadece % 48'i realistik olarak dikkate alınabilmiştir. Bu araştırmada, öğretimsel ortamın esas bileşeni üzerine odaklanılmıştır. Daha spesifik olarak, okuldaki sözel problemlerin yorumlanmasındaki ve çözümündeki problem bağlamıyla ilgili reel dünya bilgisinin rolü hakkındaki öğretmenlerin kendi kavramları ve inançları analiz edilmiştir. Okuldaki sözel problemler,

- 1) Problematik modelleme varsayımlarıyla sözel problemlerin bir kümesine öğretmenlerin verdikleri kendi spontane cevapları ile
- 2) Öğretmenlerin ilgili reel dünya bilgisini dikkate aldığı ya da almadığı öğrencilerin cevaplarını değerlendirmeleri olarak yansıtılır.

Her bir sözel problem için öğretmen adaylarından, ilk önce kendilerinin problemleri çözmeleri istenilmiş ve daha sonra da öğrenciler tarafından verilen dört farklı cevabı değerlendirmeleri istenilmiştir. Çalışmanın sonuçları olarak, öğretmen adayları arasında öğrencilerin cevaplarından memnun olanların olduğu gibi öğrencilerin okuldaki sözel problemlerinin spontane çözümlerinde reel dünyaya ait bilgilerini yoksun tuttıkları gözlemlenmiştir [49].

Greer (1993), Reusser (1995) ve Verschaffel, De Corte ve Lasure (1994) tarafından yapılan son çalışmalarında, iki tipteki sözel problemleri içeren kağıt ve kalem testi kullanılarak işbirliği çalışması içerisinde, 11-13 yaşındaki öğrencilerden oluşan bir grupta yönetilmiştir. Bu iki tip sözel problemlerden ilki, verilen sayılarla bir veya daha fazla işlemin uygulanmasıyla çözülebilen ve uygun bir şekilde modellenebilen standart problemlerdir (S- Problem) (Örneğin, Ayşe her biri 2,5 m olan 4 top ip almıştır. Bu dört top ipi 0,5 m lik parçalara ayırırsa kaç tane parça elde edilir?). Diğer problem tipi, matematiksel modelleme tahminlerinin problematik olduğu problemlerdir (P-Problem). Kişi, problem ifadesinin çağrıştırdığı bağlamın realitelerini ciddi bir şekilde dikkate alır (Örneğin, Ayşe her biri 2,5 m olan dört adet döşemelik tahta aldı. Bu döşemelik tahtaları kesince 1 m lik kaç tane döşemelik tahta oluşur?).

Öğrencilerin P-maddelerine verdikleri tepkilerin analizleri, realistik düşüncelere dayalı realistik cevaplar veya yorumların küçük bir bölümünü

oluşturmuştur [50, 51, 52]. Verschaffel ve arkadaşları (1994) tarafından yapılan çalışmada, 75 tane beşinci sınıf öğrencisinden oluşan bir grubun testte içerilen 10 tane P-maddesine verdikleri bütün tepkilerinin sadece % 17 si, realistik olarak kategorize edilmiştir [52]. Greer (1993) ve Reusser (1995) de benzer alarm veren sonuçları rapor etmişlerdir [50, 51]. Bu araştırmanın sonuçları, ilköğretim birinci kademenin üst sınıfları ve ilköğretim ikinci kademenin alt sınıfları arasında, okuldaki aritmetik sözel problemlerinin çözümünde ve anlamalarında reel dünyaya ait bilgilerini kullanamadıkları ile ilgili güçlü eğilimleri olduğunu göstermiştir. Bu öğrenciler, eğitimin gelişimi için sorumlu olunan şu anki öğretimsel uygulamaların yönlerini yansıtamazlar. Yukarıda adı geçen araştırmacılara göre, bu eğilim esas olarak öğretimsel ortamın iki yönüne neden olmuş ve öğretimsel ortamın bu iki yönünü;

- 1) Verilen sayılarla bir veya daha fazla aritmetik işlemin doğrudan kullanılması aracılığıyla modellenen ve çözülebilen standart sözel problemlerin zayıflatılmış ve basmakalıp halini,
- 2) Bu problemlerin dikkate alındığı ve geçerli olan öğretimsel uygulama ve kültürün kullanıldığı biçim ve daha spesifik olarak öğretmen tarafından modelleme bakış açısına sistematik dikkatin eksikliğini ortaya çıkarmıştır [49, 50, 51].

Boaler (2001), yaptığı çalışmada, matematiksel modelleme ve problem çözme için öğrenme üzerine yeni teorilerin ifadelerini dikkate almıştır. Üç yıl kadar süren boylamsal çalışmada toplanılan verilere yerleşik bakış açısıyla bakılmıştır. Çok farklı şekillerde matematik öğrenen 300 öğrenci ile çalışılmıştır. İngiltere’de yapılan üç yıllık (1997-1999) boylamsal çalışma, farklı öğretim yaklaşımlarının işe koşulduğu iki okula devam eden yaklaşık olarak 300 öğrenci ile yürütülmüştür. Çalışmanın başlangıcında, öğrenciler ahlaki olarak (töresel), cinsiyet, sosyal sınıf ve önceki kazanımları yönünden eşleştirilmiştir. Öğrenciler 11 ve 12 yaşında iken aynı matematik öğretim yaklaşımlarını takip etmişlerdir. Daha sonra 13 yaşında iken matematiksel çözüm yolları anlamlı bir şekilde ayrılmıştır. Bir okula devam eden öğrenci grubunda geleneksel yöntemler kullanılırken, diğer okula devam eden öğrenci grubuna matematik dersi, problem çözme ve matematiksel modelleme kullanılarak öğretilmiştir. Üç yıllık çalışma boyunca, her bir okulda 100 saatin

üzerinde ders gözlenmiştir. Öğretmenler ve öğrencilerle görüşmeler yapılmıştır. Anketler aracılığıyla öğrencilerin görüşleri toplanmıştır. Hemen hemen bütün öğrencilerin 16 yaşındaki aldığı ulusal matematik incelemesine göre, cevapları analiz edilmiştir (GCSE). Çalışmaya katılan okullar Amber Hill ve Phoneix Park isimli okullardır. Amber Hill çalışmada geleneksel öğretimin yapıldığı okuldur. Bu okulda matematik dersi öğrencilere; ders kitapları kullanılarak kısa, kapalı uçlu sorular sorularak işlenmiştir. Dersler sınıf ortamında, öğretmenler tarafından gösterilen metodlar ve tekniklerle başlamıştır. Daha sonra öğrenciler, kitapları aracılığıyla gösterilen metodları çalıştıkları şekilde uygulamışlardır. Okul, disipline edilmiş ve iyi organize edilmiştir. Öğrenciler, okulda sekiz yetenek grubunda yani en yüksek olan küme 1 den en düşük olan küme 8'e kadar olmak üzere organize edilmiştir.

Phoneix Park isimli okulda ise dersler, farklı şekilde organize edilmiştir. Matematik bölümü, matematiği kendilerinin dizayn ettikleri açık uçlu projeler serisini kullanarak öğrencilere öğretmişlerdir. Öğrencilere karışık yetenek gruplarında öğretim yapılmıştır. Dersler çok daha sakin geçmiştir. Phoneix Park projelerinin bazı örnekleri şunlardır:

- 36 parmaklıktan yapılan bir kalemin maksimum alanını bulma
- Yahtzee oyununu oynama. Olasılıkları çalışma ve farklı stratejileri kullanmayı dikkate alma.
- Döşeme boyunca 'yuvarlanılan' farklı şekiller üzerine çizilen noktaların yerini işaretleme
- Alanı 36 olan şekilleri ve hacmi 216 olan figürleri bulma.

Phoneix Park yaklaşımı, öğrencilerin matematiksel metodları kullanmaya ve ihtiyaç duydukları durumlarla karşılaşmaları gerektiği felsefesine dayanmaktadır. Eğer öğrenciler, daha önce karşılaşmadıkları bir metodu bilme ihtiyacıyla karşı karşıya kalırlarsa, öğretmenler projelerinin bağlamı içerisinde onlara bu metodları öğretirler. Öğrenciler projeler içerisinde yer alan şeklin alanını bulmak için trigonometrik oranlarla ilgili bilgiyi öğrenmeye ihtiyaç duymuşlardır. Bu nedenle öğretmen problemi çözmeleri amacıyla, trigonometri konusu hakkında öğrencilere bilgi vermiştir. Phoneix Park öğretmenleri, öğrencilere kendi metodlarını ve yönlerini seçme fırsatını kısmen de olsa vermek için ve kısmen de olsa problemler

üzerinde çalışmak için farklı altyapılardaki ve kazanım düzeylerindeki öğrencilerin gücünün yetebilmesi amacıyla açık uçlu olan projeleri seçmişlerdir. İki okuldaki öğrenciler de matematiği öğrenmek için çok farklı fırsatlarla karşılaşmışlardır. Amber Hill'deki öğrenciler standart formattaki metodları tekrar ederek ve hangi metodu kullanacaklarını bilmede onlara yardımcı olacak sınıftaki ipuçlarını yorumlayarak öğrenmişlerdir. Öğrenciler çok çalışarak çalışmanın büyük bir kısmını tamamlamışlardır. Phoneix Park öğrencileri, farklı metodları seçmeyi ve benimsemeyi öğrenmişlerdir.

Üç yıllık çalışmanın bulgularından biri, iki okuldaki öğrencilerin bilgi gelişiminin meşgul oldukları pedagojik uygulamalarla oluşturulduğudur. Böylece, ders kitabındaki egzersizleri kullanarak çalışma gibi farklı uygulamalar okullardan birinde ya da diğerinde matematiksel fikirleri tartışma ve kullanma için daha fazla veya daha az bilginin gelişimi için geçerli araçlar değildir. Öğrenciler, üretim bilgi formlarını şekillendirmişlerdir. Ders kitabındaki egzersizleri çalışarak matematik öğrenen Amber Hill'deki öğrenciler, ders kitabındaki durumlara benzer olanlarda çok iyi performans sergilemişlerdir. Fakat açık, uygulamalı veya tartışmaya dayanan durumlarda matematiği kullanmada güçlük yaşamışlardır. Açık, grup tabanlı projeler aracılığıyla matematik öğrenen Phoneix Parktaki öğrenciler, farklı durumların büyük bir bölümünde faydalı olan bilginin daha esnek formlarını geliştirmişlerdir. Farklı durumlar, kavramsal inceleme sorularını ve otantik değerlendirmeleri içermektedir. Phoneix Parktaki öğrencilerin açık uçlu yaklaşımı öğrenmeden önce, matematiksel kazanımlarının Amber Hill öğrencileri ile üç yıl öncesinde benzer olmasına rağmen, Phoneix Parktaki öğrencilerin, ulusal incelemede Amber Hilldeki öğrencilere göre üst performansta olduğu ortaya çıkmıştır. İki okuldaki öğrencilerin bilgisindeki farklılıkların belirtilerinden biri de, ulusal inceleme sınavındaki performanslarının analizi ile gösterilmiştir. Sınavdaki bütün sorular, kavramsal ve süreçsel olmak üzere iki kategoriye bölünmüştür. Daha sonra her bir öğrencinin her bir soru için kazandığı puanlar kaydedilmiştir. Amber Hill'deki öğrenciler, kavramsal sorulardan ziyade sınav kağıdının üçte ikisini kapsayan süreçsel sorularda anlamlı bir şekilde daha fazla puan kazanmıştır. Phoneix Park'daki öğrencilerin, kavramsal soruların yapıları sebebi ile süreçsel sorulardan daha güç olmasına rağmen öğrencilerin performansında kavramsal ve süreçsel sorular bazında anlamlı bir farklılık

görülmemiştir. Phoneix Park öğrencileri aynı zamanda, Amber Hill öğrencilerinden daha anlamlı bir şekilde kavramsal soruların çoğunu çözmüşlerdir.

İki okuldaki öğrenciler, aynı zamanda matematik hakkında çok farklı inançlar geliştirmişlerdir. Her bir okuldan 40 öğrenci ile görüşülmüş ve günlük yaşamlarında matematiği kullanıp kullanmadıkları sorularak matematik inançları hakkında onlarla konuşulmuştur. Her iki okuldaki bütün öğrenciler, matematiği günlük hayatlarında kullandıklarını ifade etmiştir. Öğrencilerin bazıları ise, zaten okul dışında part-time işleri olduğunu ve burada da matematiği kullandıklarını söylemişlerdir. Okul dışında kullandıkları matematiğin okulda kullandıkları matematiğe benzer veya farklı olup olmadığı sorulduğu zaman, iki okuldaki öğrencilerden çok farklı cevaplar alınmıştır. Amber Hill öğrencilerinin tümü, tamamıyla birbirinden farklı olduklarını söylemiştir. Öğrenciler, okulda kullandıkları metodların herhangi birini hiçbir zaman kullanmadıklarını belirtmişlerdir. Okul matematiğinin sadece bir yerde yani sınıfta faydalı olduğunu söylemişlerdir. Phoneix Park'daki öğrenciler ise, bu soruyu çok farklı şekillerde cevaplamıştır. Görüşülen öğrencilerin dörtte biri, okul matematiği ve reel dünya arasında farklılıklar olmadığını ifade etmişlerdir. Öğrenciler matematiği kullandıkları farklı ve esnek yolların tanımlarını vermişlerdir. Bu çalışmadan çıkarılabilecek bir sonuç da, çalışmanın öğrenmenin bilişsel yorumlarıyla uyumlu olduğu, geleneksel okuldaki öğrencilerin açık uçlu projelerle matematiği öğrenen öğrenciler kadar aslında öğrenemedikleri ve daha derinlemesine anlamadıkları sonucudur. Bu yüzden onlar farklı durumlarda performans sergileyememişlerdir.

Phoneix Park öğrencileri, farklı durumlarda matematiği kullanabilmişlerdir, çünkü karşılaştıkları matematiksel metodları anlamışlardır. Sınıfta da, matematiksel metodları benimsemişler ve uygulamışlardır. Farklı insanlarla fikirleri ve çözümleri tartışmışlardır. 'Reel' dünyada matematiği kullandıkları zaman benzer uygulamalarla meşgul olmaya ihtiyaç duymuşlar ve okulda öğrendikleri matematikten sonuçlar çıkararak hazır bir şekilde yapmışlardır. Üç yıllık bu çalışmadan çıkarılan esas sonuçlardan biri de, bilgi ve uygulamaların karışık bir şekilde birbirleriyle ilgili olduğu ve öğrenme çalışmalarının, öğrencilerin meşgul olduğu ve gelecekte de meşgul olmaya ihtiyaç duyacakları uygulamaları dikkate

alacak bilgilerin ötesine gitmeye ihtiyaç duyduğudur. Eğer öğrenciler sadece kendilerine gösterilen standart metodları yeniden üretirlerse, o zaman sadece sürecin tekrarı niteliğindeki matematik dersi dışında kullanımı sınırlı olan belirli uygulamaları öğreneceklerdir. Çeşitli uygulamalarla öğrencileri meşgul edecek fırsatlar, sadece durumsal fikirlere dayalı olan öğretim yaklaşımlarıyla sağlanmaz. Matematiksel modelleme için fırsatlar sağlamak amacıyla düzenlenen matematik dersleri de, öğrencileri benzer uygulamalarla meşgul eder. Fakat yerleşik bakış açısına göre, böyle deneyimlerin amacı sadece bireysel anlamayı arttırmak değil, aynı zamanda günlük yaşamlarında temsil edilen ve ihtiyaç duyulan uygulamalarla öğrencileri meşgul edecek fırsatları sağlamaktır [53]. Eğitimciler, öğrencilerin matematiksel modellemeyle uğraşmalarını önermektedirler. Öyle ki öğrenme durumları, daha derin ve kavramsal matematik bilgisini geliştirme yönünde öğrencileri cesaretlendirebilir.

Fasetti ve Rodriguez (2005)'in Universidad Nacional de General Sarmiento (Buenos Aires, Argentina) da başlayan çalışmaları, her öğrenci için amaçlanan üniversite öncesi matematik dersini düzenleme görevi ile karşı karşıya getirmiştir. Öğrencilerin varolan tutumlarının bazı karakteristiklerinin tanımlandığı keşfedici bir araştırma olmuştur. Bu karakteristikler, matematik yönündeki davranışsal, süreçsel ve kavramsal tutumlar bakımından oluşturulmuştur. Çalışmanın sonuçları olarak potansiyel öğrenciler,

- Matematik yönünde kendilerini çekingen hissetmişlerdir.
- Çözümünü öğrendikleri problemlere farklı türde problemler ilave olduğunda, bu problemleri yönetemediklerini hissetmişlerdir.
- Eğer önerdikleri matematiksel prosedür sonuçları, değeri yüksek problemle mantıklı bir şekilde ilgiliyse bunu analiz edememişlerdir.
- Matematiğin oldukça formal, keyfi olduğunu ve matematiği öğrenmede yetenekli olmadıkları hissine kapılmışlardır.
- Problemleri çözmek için kullanılacak stratejileri bilememişlerdir.
- Basit tümdengelimleri veya muhakeme etmeleri oluşturamamışlardır.
- Aktivitelerin ve problemlerin ifadelerini anlamada ciddi anlamda güçlükler yaşamışlardır.
- Sayısal veya cebirsel işlemleri oldukça zor yönetmişlerdir.

- Doğal sayıları çok zor kullanabilmişlerdir.
- Değişken fikrini anlayamamışlardır.
- Fonksiyon fikrini kavrayamamışlardır.
- Her durumda oransal modelin uygun olup olmadığına dikkat etmeyerek bunu kullanmaya çalışmışlardır.

Çalışmada öğrencilerin matematik yönündeki tutumunu etkileyen değişkenler tanımlanmıştır. Bu genel değişkenlerden, 'ilgi', 'kazanç' ve 'yarar' dan yola çıkılarak algıladıkları 'güçlük' bir diğer değişkendir. Bu dört sorun, öğrencilerin matematikle ilgili tutumlarını etkilemiştir. Bu sorunların her biriyle ilgili olarak öğrencilerin verdikleri cevaplara göre, öğrencilerin matematikle ilgili tutumlarının giriş dersinin öncesinde pozitif olmadığı fikrinden uzaklaşmıştır. Bu sorunlara genel bir yaklaşım olarak, şu düşüncelerden dolayı hemfikir olunmuştur:

"Matematik, hem bizim zihnimizdeki hem de etrafımızdaki dünyanın içine işleyen yapıları anlamak amacıyla aranan yaşama hedefimizdir. Matematik dilinin, öğrenilmesi gereken kurallara dayalı olmasına rağmen, öğrencilerin matematik dilindeki şeyleri ifade edebilmek için kuralların ötesine geçebilmesi motivasyon için önemlidir. Bu transformasyon, hem müfredat içeriğinde hem de öğretimsel tarzda değişimleri önermektedir. Aşağıdaki maddelerde bahsi geçenlere odaklanmak yenilenmiş bir çabayı içermektedir.

- Süreçleri sadece ezberleme değil çözümleri arama,
- Sadece formülleri ezberleme değil, yapıları keşfetme,
- Sadece egzersizleri yapma değil tahminleri formüle etme.

Öğretim bu vurguları yansıtarak başladığı için, öğrenciler ezberlenen kuralların katı, mutlak, kapalı yapılarından ziyade disiplini geliştiren keşfedici, dinamik olarak matematiği çalışacak fırsatlara sahip olacaklardır. Öğrenciler, matematiği bir kural, bir kanun olarak değil, bir bilim olarak görmeleri için ve matematiğin sadece sayılarla değil yapılarla da ilgili olduğunu fark etmeleri için cesaretlendirilecektir."

Öğretim bu gerçekleri dikkate alarak, sadece içerik ve prosedürlere değil aynı zamanda tutumsal yönlerde de dikkat veren bir ders dizayn edilmesine karar

verilmiştir. Aynı zamanda öğrencilerin katkıda bulunabildikleri ve bir parçası oldukları bir alanın oluşumu altında, bir bilim olarak matematiğin öğrencilerdeki imajının oluşturulması amaçlanmıştır. Bu süreçte matematiksel ve matematiksel olmayan bağlamlar arasındaki bağlantı nedeniyle matematiksel modellemenin amaçlanılan öğretim metodlarına uyabileceğine inanılmıştır. Matematik, gerçekliğin temsili sistemine şekillenebilen kavramlar ve sembollerin spesifik bir sistemi olarak algılanabilir. Eğer matematiksel ve matematiksel olmayan bağlam arasındaki sınır geçirgen olarak algılanabilirse, matematiğin problemlere cevaplar vermek ve matematiğin kesin olmadığı tahminini veren bir bilim olarak algılanabileceği düşünülmüştür. Bu gerçek, matematik yönünde öğrencilerin tutumunda pozitif yönde bir etki oluşturmuştur. Matematiksel modelleme, verilen bir problemle ilgili olarak başlayan bir süreç olduğu için matematiği öğrenmede yararlı olacağına inanılan problem tipleri tanımlanmıştır. Problem çözme ve modelleme süreci arasındaki ilişki kurulmuştur. Çalışmada, problem çözenin önceden öğrenilen kavramları uygulamanın bir yolu olduğuna işaret edilmiştir. İfade edilen problemleri çözmek için spesifik stratejiler geliştirmenin ve matematiksel düşünceyi geliştirmenin araçları olarak, ilgili çözüm yöntemlerinin bilinmeyen olduğunda yeni ve bilinmedik görevlerle mücadele ederek öğrenme için bir yöntem olarak problem çözenin kullanımlarına değinilmiştir. Çalışmadaki matematik dersi her hafta dört saat, dört aydan fazla süren bir zaman ve ardışık iki yılda oluşturulan bu teorik çerçeveye altında dizayn edilmiştir. Çalışmaya ilk yıl 350 öğrenci, ikinci yıl 700 öğrenci katılmıştır. Kursun kapsadığı içerik; genelde fonksiyonlar, oransal, lineer ve ikinci dereceden fonksiyonlar konularından seçilmiştir. Bu konuların seçilme nedenleri, üniversitede matematik derslerinin tümünde yoğun olarak geçen konular olması ve aynı zamanda matematiksel modellemeyle de uyumlu olması nedeniyledir.

Çalışmanın esas tutumsal hedefleri, didaktik öneriyi amaçlamaktadır. Bu didaktik öneri öğrencilerin gücünün yetebileceği,

- Matematiğin sosyal boyutunu keşfetme: Matematik insanlığa faydalı olan problemleri çözme için yararlıdır ve iletişim için doğru bir dili sunar.
- Zihnin pozitif durumuyla küçük gruplarda çalışma, öğrencilerin tartışmaları ve ürünleri için sorumlu olma,

- Problemlerin matematikle birlikte nasıl yönetilebileceğini gerçekleştirme ve önerilen çözümleri somutlaştırma,
- Matematiğin topluma kazandırabileceği yararı anlama,
- Basit matematiksel problemleri çözmek için güvenilen kaynakların ortak anlam ve içsel mantık olduğunu keşfetme,
- Başlangıçtaki öneriler doğru olmadığında veya kesin olmayan cevaplar verdiğinde ket vurmaların üstesinden gelme amaçlarını içermektedir.

Bu çalışmanın amaçlarından biri de, süreçsel ve kavramsal hedeflerin dahil edilmemesinin sebebi olan tutumsal yönlerdeki bazı pozitif değişimleri göstermektir. Öğretmen tarafından önerilen çalışma esas olarak, üç evreye sahiptir. İlk evre çözülecek problemi ifade etmeyi amaçlamıştır. Çalışma, yaklaşık dört öğrenciden oluşan gruplarda, ortak bir şekilde yürütülmüştür. Öğretmen sorular sorarak, durumu anlamaları için öğrencilere yardım ederek, yeniden çözüm yollarını gözlemleyerek grupları desteklemiştir. Gruplar bir çözüm elde ettiği zaman öğretmen öğrencilerin gösterdiklerini organize etmiştir. İkinci evrede, her bir grup sınıfa çözümlerini sunmuştur. Çözümü elde etme yollarını açıklamışlardır. Öğretmen, diğer öğrencilerin sorularını organize etmek, tahtaya yorumlarını yazma gibi görevlerle toplantı başkanı olarak hareket etmiştir. Son olarak öğretmen ortaya atılan çözümler arasından bulunan ortak gerçeklerin veya farklılıkların ortaya çıkarılmasına yardımcı olmuştur.

Pedagojik komisyon tarafından üretilen niteliksel ve niceliksel rapordan çıkan sonuçlara göre, UPU (Unidad Pedagógica Universitaria)'nın ilgisi, öğrencilerin sosyal karakteristikleri hakkındaki bilgiyi, kurs dinamikleri hakkında öğrencilerin fikri (küçük gruplarda çalışma, problem çözme ve modellemenin algılanılan yararı) ve kursta yaşanan güçlükleri, yararı, kazancı, ilgiyi hatırlatmaktır. Bu, her bir öğrencinin tamamlaması istenilen anket aracılığıyla yapılmıştır. Anketin içerdiği değişkenler; ilgi, kazanç, yarar ve güçlülüdür. Ayrıca küçük gruplarda çalışma ve modelleme- problem çözme de incelenmiştir. Anket sonuçlarına göre, kurstan sonra öğrenciler pozitif yönde tutumsal bir gelişme göstermiştir. Modellemenin rolü ve öğretimsel stil, her ikisi de öğrenciler tarafından pozitif olarak alınmıştır. Çalışmanın sonuçları olarak; öğrenciler üzerinde pozitif yönde tutumsal etkiler

oluşturmayı amaçlayan, basitleştirme ve tahmin etme gerçekleri ortaya konmuştur. Matematikten ziyade daha kompleks olan gerçekliği anlayarak matematiksel kuralların ‘varsayılan keyfiliği’ yönündeki ket vurmaya kaybettirecek öğrenciler ümit edilmiştir. Fakat bu matematik, gerçekliği tanımlamaya yardımcı olmuştur. İkinci olarak da, teoremlerle, özelliklerle, tahminlerle geliştirilen matematiksel yapıyı içerecek ve problem çözüme-modelleme arasındaki ilişkileri tamamlayacak bir aşama eklenilmesine karar verilmiştir [54].

Ungefjård ve Holmquist (2005) çalışmasında akran akrana değerlendirme, ev ödevleri verme ve matematiksel modelleme incelemesi; modellemede öğrencilerin tutumlarını, becerilerini ve yeterliliklerini izlemek ve değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. Öğrenciler, ilköğretim ikinci kademedeki seçilmiştir. Uluslararası olarak geliştirilen matematiksel modelleme incelemesi, final kurs-derecelendirme aracı olarak kullanılmıştır. Akran incelemesi, araştırma değerlendirilirken yaygın olarak kullanılan yaklaşımlardan biridir. Matematiksel modelleme egzersizi üzerine bir rapor yazılacağı zaman; akran incelemesi öğrencilere paylaşılan öğretimden daha fazla fayda sağlamaktadır. Değerlendirme, puanlama ve sınıflandırma için kriterlerin konulduğu akran incelemesi ortak bir platformda tartışılmaktadır. Çalışmada öğretmen adayları, bunu seminer ortamında tecrübe etmişlerdir. Öğretmen adaylarının on günden sonra kullanmaları beklenen matematiksel modelleme egzersizinin temelini kavrayıp kavramadıklarını anlamak için kullanılmıştır. Oturumda iki kopya hazırlamışlardır. Bu kopyalardan biri öğretmenler için, diğer kopya akran gruptaki kişi için oluşturulmuştur. Bir akran ve bir öğretici, her bir öğrencinin çalışmasını puanlamıştır. Son olarak puanlama sistemi ve derecelendirme için uygun kriterler seminerde tartışılmıştır. Seminer, matematiksel modellemeyle çalışmanın bu şekli hakkındaki tutumlarını paylaşacak ve ifade edecek öğrenciler için zaman ve ortamın bulunduğu bir platformdur. Akran değerlendirmesinin esas kullanımlarından biri, bir konu veya bir yöntemin değerlendirme süreçlerinin daha derin anlaşılmasına yardımcı olmak ve matematiksel modellemede yansıtıcı öğrenmenin gelişimini kolaylaştırmaktır. Matematiksel modelleme egzersizlerindeki değerlendirme süreçlerine katılarak, kriter hakkındaki tartışmalara dahil olmaktır. Bu, gruptaki öğrenciler arasında uyuma ve anlamaya ulaşmanın yoludur. Akran puanlama için kriter, öğrencilerin dahil olduğu gruplar tarafından geliştirilebilir.

Akran inceleme egzersizinden sonra, öğrencilerin üç farklı modelleme problemini ev ödevi şeklinde hazırlamalarına dikkat edilmiştir. Üç problem genel olarak, biri dinamik geometri modelleme problemine diğer ikisi ‘ortak’ modelleme problemlerine ayrılmıştır. Bu problemler, her dönem için değiştirilmiştir. Akran inceleme egzersizinde ise, matematik yazmanın farklı yönlerine odaklanacak öğrencilerin ortaya çıkması düşünülmüştür.

Akran inceleme egzersizinin öğrencilerin matematik, öğretme ve öğrenme durumu, teknoloji, puanlama ve sınıflandırma egzersizleri vb. hakkındaki tutumlarını etkileyip etkilemediğini anlamak amacıyla, farklı gruplara bölünen 32 farklı sorudan oluşan bir anketi öğrencilerin tamamlamaları istenilmiştir. Anket sorularından bazıları şöyledir:

- Matematik hakkında ne öğrendiniz?
- Çalışma yöntemleri ve çalışmayı organize etmenin yolları hakkında neler öğrendiniz?
- Matematik öğrenme-öğretmeyle ilgili olarak teknolojinin kullanımı hakkında ne öğrendiniz?
- Kurs, matematiksel modelleme fikrinizi ne yönde etkilemiştir?
- Akranının çalışmasını puanlama hakkındaki fikirleriniz nelerdir?
- Çalışmanın bir akran tarafından değerlendirilmesi ile ilgili olarak fikirleriniz nelerdir?
- Başarı ve beklentilerle ilgili olarak kurs hakkındaki fikirleriniz nelerdir?

Avustralya’da, İngiltere’de ve İrlanda’ya kadar uzanan birçok yerde, matematik ve matematik eğitiminden bir grup araştırmacı, öğrenci modelleme başarısının nasıl keşfedileceği ve tanımlanacağı ile ilgili düşüncelerini dile getirmişlerdir. Modelleme ve uygulamalarında, genel ve spesifik yeterlilikleri ölçmek için matematiksel modelleme testini ve değerlendirme stratejilerini geliştirmişlerdir. Matematiksel modelleme testi, matematikteki çalışmalarının ikinci yılındaki öğrencilere 2004 yılının Mart ayında uygulanmıştır. Öğretmen programlarında en az iki yıllık çalışmalardan sonra, öğrenciler matematiksel modelleme testindeki konuları ilgilendiren çeşitli kurslarda çalışmışlardır. Test zamanı 60 dakika olarak verilmiş ve bütün öğrenciler bütün problemleri

cevaplamıştır. 22 farklı problemin her biri, bir doğru cevaba sahipti, sorular 2 puan değerindeydi. ‘yaklaşık’ veya ‘hemen hemen’ gibi bir doğru cevap olduğunda ise 1 puan değerindeydi. Bu, öğrencilerin tüm problemleri doğru olarak cevapladığı zaman 44 puan alması anlamına geliyordu. Toplam 20 öğrenci katılmıştır ve matematiksel modelleme testindeki 22 soruyu cevaplamaya çalışmışlardır. Katılanların dokuzu bayan, on biri erkektir. Sonuçlarda bayanlar ve erkekler arasında anlamlı farklılıklar görülmemiştir. Fakat testin tamamından elde edilen sonucun, son zamanlarda testi alan başka kıyaslanabilir gruplarla karşılaştırıldığında memnun edici olması çalışma için dikkate değerdir.

Çalışmanın verileri, seminer notlarından, tartışma belgelerinden ve ev ödevi çalışmalarından elde edilmiştir. Matematiksel modelleme sürecindeki öğrencilerin görüşleri, çalışmanın odak noktası olmuştur. Süreçteki farklı evrelerle ilgili olarak, öğrencilerin öğrenme sonuçları gözlemlenmiş ve analiz edilmiştir. Öğrenciler, akran inceleme çalışmasına katılmışlardır. Tutumların matematiksel yazma ve farklı değerlendirme stratejilerinin, öğretmen eğitim programında matematiksel modelleme kursunun öğrenme sonuçlarını nasıl etkilediği çalışılmıştır. Tutumun, matematiksel yazma/değerlendirme stratejilerinin; belirli bir süreden sonra öğrencilerin becerilerini ve matematiksel modelleme yeterliliklerini nasıl geliştirdiğiyle ilgili bulgular elde edilmiştir. Tutum, matematiksel yazma ve değerlendirme stratejileri arasında dinamik ilişkiler bulunmuştur. Bulgular matematiksel modellemenin değerlendirilmesi ve ev ödevlerini dereceleme için, niteliksel derecelendirme kriterinin gelişiminin değerlendirmesi hakkındaki tartışmaları tanıtmak için akran-akrana değerlendirmenin verimli bir yol olduğuna işaret etmiştir. Kendi matematiksel modellerini yazdıkları ve tartıştıkları biçimde öğrencilerin daha dikkatli olmalarını cesaretlendirmek amacıyla, akranlarının çalışmalarını değerlendirmede öğrencileri meşgul etmek, öğrencilerin matematik hakkındaki görüşlerinden oluşan bazı değişiklikleri ortaya çıkarması bakımından verimli bir yol olmuştur [55].

Stillman (2001)’in çalışmasında, modelleme tabanlı müfredatın uygulanmasına okul tabanlı değerlendirme sisteminin etkisi, ortaöğretimin son sınıfı düzeyinde incelenmiştir. Formal sınav şartlarında ayrılabilir bağlam ve standart

uygulamalar ortaklı. Denetlenilmeyen kapsamlı zaman koşullarında, öğrencilere kendi modelleme çözümlerini üretmeleri için, zihinsel yapılandırma görevlerine izin verilmiştir. Bu çalışma, modelleme uygulamalarının taban olduğu bir müfredatın uygulanması üzerine okul tabanlı değerlendirme programının etkisiyle olan ilgili bilgiyi içermektedir. Tartışma, 1995-1996' da yürütülen bir matematik dersinin özetini uygularken, çalışma süresince oluşturulan veya toplanılan örneklerle resmedilmiştir. Uygulamada okul tabanlı değerlendirme iki çelişkili role sahipmiş gibi görünmektedir.

Tipik olarak, matematikte okul tabanlı değerlendirmede denetlenilen görevler, çoğunlukla formal sınav durumundaki görevler gibi ve denetlenilmeyen görevler, kendi zamanlarını ve sınıfını kullanarak öğrencilerin genişletilmiş zaman periyodunda yapabildiği görevler şeklindedir. Standart uygulamalarda, bağlam ve matematik ilişkilidir ve durum realistiktir. Bununla birlikte prosedür standarttır. Problem, problemi çözecek olan kişiye modeli seçme ve uygulamasıyla meşgul olmasından ziyade problem tipi ile ilgili temel bilgiyi almasını da sağlamaktadır. Bu görevler, öğrencilerin reel dünya problemlerini modelleyerek ilişkili düşünme modlarını geliştirmeleri için onlara küçük fırsatlar sağlamaktadır. Zihinsel yapılandırma görevi, öğrencilerin kapasitelerinin ötesinde olan kompleks görevleri çözmeye gücü yeten, görevi problem çözücülere tedarik eden desteği ilerleten bilişin bir derecesini oluşturmaktadır. Yüksek düzeydeki zihinsel yapılandırma görevlerinde, görev kurucu görevin oluşturulduğu sırada çözüm yolunu yapılandırır. Bu çoğunlukla, problem çözücülerin kendileri için karşılaşmak zorunda oldukları ve yeniden çözdükleri birçok karar noktasında eksiltme ile sonuçlanır. Düşük düzeydeki zihinsel yapılandırma görevleri, öğrencilerin kendi varsayımlarını oluşturmalarına izin verilen öğrencinin ürettiği çözümleri ortaya çıkaran görevlerdir. Uygulamaların okul tabanlı değerlendirmesiyle ilgili iki esas konu, ortaöğretim son sınıf öğrencisi düzeyinde ön plana çıkmıştır. Bu konulardan biri, kursun iki yılı boyunca değerlendirme maddelerindeki yüksek düzeydeki zihinsel yapılandırmanın varlığı olmuştur. Diğer konu ise, modelleme yeteneklerini sergileyebilecek bazı okullardaki öğrenciler için fırsatları kısıtlayan denetlenilmemiş şartlardaki değerlendirmenin güvenilirliği ve sahipliği hakkındaki öğretmenin endişeleridir.

Uygulamanın sonuçları olarak kurs aracılığıyla değerlendirme görevlerinde, yüksek düzeydeki zihinsel yapılandırma görevlerinin varlığı ve denetlenilmeyen şartlarda değerlendirmenin güvenilirliği hakkında öğretmenlerin kaygıları olduğu, modelleme yeterliklerini göstermek için ise bazı okullardaki öğrencilere sınırlanılan imkanların tanındığı görülmüştür [56].

Güneş, Gülçiçek ve Bağcı (2004) araştırmasında, eğitim fakültelerindeki fizik, kimya, biyoloji ve matematik öğretim elemanlarının hem fen bilimlerinde hem de fen bilimleri eğitiminde önemli bir yere sahip olan modellerin ne olduğu, modellerin fenedeki rolleri, niçin ve nasıl kullanıldıkları hususlarındaki görüşlerini incelemiştir. Bu amaç için 2002-2003 eğitim-öğretim yılında eğitim fakültelerinde görev yapan fen ve matematik öğretim elemanları örneklem olarak seçilmiştir. Çalışmadaki veriler, anket yöntemi ve açık uçlu sorular kullanılarak elde edilmiştir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar, model/modelleme kavramlarının fen öğretimi içerisindeki rollerinin ve amaçlarının önemini vurgulamıştır. Araştırmanın sonuçları, açık uçlu soruya verilen cevaplarda model örneklerinin sınırlı kaldığı, fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modellemenin doğası ile ilgili olarak bilgi eksikliklerinin olduğunu göstermiştir. Bu eksiklikler, özellikle modellerin temsil ettiği nesneyi veya durumu ne derece yansıttığı ve nelerin model olarak nitelendirilebileceği ile ilgilidir. Çalışmanın sonucunda ayrıca, model örnekleri ölçeklendirme modelleri, pedagojik analogik modeller, matematiksel modeller, teorik modeller ve harita-tablo-diyagramlar ile sınırlı kalmıştır. Verilen örneklerin çoğunu özellikle ölçeklendirme ve teorik modeller oluşturmuş, bununla birlikte bu sonuç ankette bulunan sonuçla örtüşmemiştir. Yine, öğretim elemanları bir olgunun birden fazla modelle temsil edilmesi konusunda olumlu kabullenmelere sahip olmalarına karşın, modellerin temsil ettikleri gerçekleri ne derece temsil etmesi gerektiği konusunda ise belirgin bir kanaate sahip değildirler. Modellerin örneklerini yansıtan anket maddelerine verilen cevaplar ise, örneklemin daima kullandıkları temsillerin birer model örneği olduklarının farkında olmadıklarına işaret etmektedir. Örneklemin vermiş oldukları model örnekleri, çoğunlukla dile getirilen örneklerin dışına pek çıkamamıştır [12].

Mccartney ve Carey, (1999)'in çalışmasında yol boyunca trafik akışının nasıl olduğunu gösteren basit bir matematiksel model tanıtılmıştır. Bu matematiksel model, birinci dereceden düzenli diferansiyel denklemlerle sonuçlanması, A-düzeyinde ve üniversitenin ilk yılındaki düzeyde öğretilen çözüm tekniklerinin uygulanması ve denklemin ürettiği sonuçların fiziksel yorumlanması ile eleştirel olarak düşünecek öğrencileri cesaretlendirecek bir motivasyon aracı olarak kullanılabilir. Öğrencilere diferansiyel denklemlerle çalışacakları zaman, fizik biliminden Basit Harmonik Hareket, Newtonun Çekim Kanunu' nun ve radyoaktivite gibi önemli uygulamaların bir kısmı tanıtılmıştır. Genelde matematiksel modellerin yapısını eleştirel olarak yansıtmaya öğrenciler nadiren cesaretlendirilir. Böyle olması şu iki ana nedenden dolayı muhtemeldir. Birincisi, modeller temel fiziksel süreçlerin yerini tutan çok iyi temsillerdir. İkinci olarak, modellenilen fiziksel süreçler, öğrencilerin günlük deneyiminden bir şekilde ayrı tutulma eğilimindedir. Bu yüzden yorum yapacak bir konumda olduklarını hissetmek öğrenciler için güç olabilir.

Modelde bahsi geçen dar bir yol boyunca trafik akışının nasıl olacağı gibi bir konu, tüm öğrencilerin deneyimi içerisinde yer almaktadır. Aynı zamanda bu araştırma konusu, matematikçiler, sivil mühendisler, coğrafyacılara, çevre bilimciler ve yönetim bilimcileri gibi akademik alanın tümünün ilgisini çekmiştir. Bu çalışmada, belirli bir integral yöntemini kullanarak çözülebilen diferansiyel denklemlerle sonuçlanan çok temel bir model tanıtılmıştır. Model, birçok şekilde öğretimde yararlı olarak kullanılabilir. Bunlar diferansiyel denklemlerin bir uygulaması olarak, matematiksel modelleme fikirlerinin tartışmasına motive edici olarak ya da modelin özelliklerini içeren araştırıcı bir proje olarak düzenlenmiştir. Tek bir hat boyunca trafik akışı için çok karışık olan pek çok matematiksel model vardır. Bu modeller, makroskopik ve mikroskopik iki kategori halindedir. Makroskopik modellerde, her bir bireyin aracının hareketi, önündeki sürücünün hareketiyle ilişkili olarak simule edilir. Bu sınıf modeller, takip eden araba modelleri olarak adlandırılmaktadır. Makroskopik teoriler, bireysel sürücü davranışlarını önemsemezler ve bunun yerine trafik yoğunluğu (araçlar/metre) ve akış (araçlar/saniye) gibi özellikler bakımından trafik akışının büyük (yoğun) yapılarını modellemeye girişirler. Her iki durumda da geliştirilen modellerin oranı, son derece

basit olandan son derece karmaşığa doğru yayılmıştır. Bu çalışmada dikkate alınan basit trafik akış modelleri, diferansiyel denklemler ve integral kullanma becerilerini uygulayacak bir fırsatı öğrencilere sağlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada öğrenciler,

- 1) Mükemmel yol kullanıcı modeli
- 2) Tıkalı olmayan akış modeli
- 3) Tıkalı akış modeli

olmak üzere üç farklı model geliştirmişlerdir. Öğrenciler aynı zamanda fiziksel olarak elde ettikleri ve yorumladıkları çözümlere eleştirel olarak bakmaları için de cesaretlendirilmişlerdir. Çalışmanın sonucu olarak, bu basit modelleri geliştirmenin en iyi yolu uzamsal bağımlılığı içermek, böylece zaman, akış ve hacim değişkenlerinin olduğu düzenli diferansiyel denklemin çözümünden boşluk, zaman, akış ve yoğunluk değişkenlerinin olduğu kısmi diferansiyel denklemin çözümüne hareket etmek olduğu fikrine varılmıştır [57].

Galbraith (1996)'in çalışmasının içeriği, matematiğin uygulanması, matematiksel modelleme sürecini anlamayı içermektedir. Çalışmada matematiksel modelleme süreci ise,

- Reel dünya durumunu tanımlayan basit matematiksel modelin seçimi ve kullanımı,
- Tahmin etme, basitleştirme ve çözüm,
- Matematiksel sonuçların yorumlanması/iletimi ve reel dünya terimleriyle bunların anlamları,
- Matematiksel modellerin ilerlemeyi fazlalıklardan arıtması aşamalarını içermektedir.

Galbraith (1996)'in, çalışmasında üç olimpik olay, modelleme bağlamları olarak araştırılmıştır. Olimpik olaylar için zamanlar ve uzaklıklar genel olarak, erkek atletlerin daha çok güçlü olmasının daha hızlı zamanlara ve daha fazla uzaklıklara yol açtığını göstermiştir. Bu olimpik olaylar, gülle atışı, disk atma ve engelle atlamadır. Çalışmada 1992 yılında, kadın ve erkeklerin gülle atışı, disk atma ve engelle atlamadaki skorları belirtilmiştir. Sonuçlara göre, gülle atışı ve disk atma olaylarında kadınlar erkeklerden daha küçük ve daha hafif mermiler kullanmıştır.

Sonuçlar, disk atmada esasen kadınlar erkekleri geçerken gülle atışında cinsiyetlerin kimlik olarak yakın performansı sergilediklerini göstermiştir. Çalışmada modelleme süreci, bir diyagramı anlamlandırarak tipik olarak resmedilmiştir. Formülasyon evresinde, çözüm için model oluşturulmaya ihtiyaç duyulan varsayımların çoğu bu evrede oluşturulmuştur. Bununla birlikte çoğunlukla vurgulanılmayan şey, modelleme sürecinin bütün evrelerinde varsayımlara ihtiyaç duyulduğudur. Yani formülasyon evresinde olduğu kadar çözüm, yorumlama ve değerlendirme evresinde de varsayımlara gereksinim duyulmaktadır. Bununla birlikte varsayımlar, farklı tiptedirler ve bu evrelerde farklı roller oynamaktadırlar.

Çalışmada yine, varsayımların kapsamlı rolünü ve varsayım tipleri arasındaki niteliksel farklılıkları kesin olarak tanımadaki başarısızlık tartışılmıştır. Bu, modellemeyi öğretme ve öğrenmenin zor bir girişim olarak görülmesinin nedenlerinden biridir. Devamında, üç olimpik olay için geliştirilen modelleri kullanarak bu iddiaların bazılarının esasını örneklemek önerilmiştir. Çalışmada varsayımların dört farklı tipi tanımlanmıştır:

- 1) **Kategori 1:** Matematiksel kavramlarla birleştirilen varsayımlardır. Bunlar ilgili prosedürlerin harekete geçirilmeleri aracılığıyla modelleme girişiminin genel gidişatını etkileyen varsayımlardır.
- 2) **Kategori 2:** Matematiksel ayrıntıyla birleştirilen varsayımlardır. Bunlar, istenilen noktada matematiksel sürecin net bir şekilde doğasını tanımlamada kesin rol oynayan varsayımlardır.
- 3) **Kategori 3:** Modelleme bağlamıyla birleştirilen varsayımlardır. Bunlar, modelleme tartışmalarında ‘varsayım’ kavramıyla çoğu kez tanımlanan tipidir. Modelleme prosedürünün amacı, reel durum ve matematiksel yöntem arasındaki kesişim noktasını tanımlamaya yardımcı olan varsayımlardır.
- 4) **Kategori 4:** Çözüm sürecindeki esas sıçramalarla birleştirilen varsayımlardır. Bu varsayımlar, model oluşturan kişiye global seçimleri tanımlamada çok önemli bir yere sahiptir ve çözümün süreçteki spesifik noktalarda aldığı yönü güçlü bir şekilde etkilemektedir.

Çalışmanın sonuçlarına göre, kategori 4 varsayımları, kategori 2 varsayımlarından farklılaşır. Kategori 2 varsayımlarının, genel matematiksel

prensipilerin temsilinden ziyade probleme kendine özgü bir nitelik kazandırma özelliğine sahip olduğu anlaşılmıştır. Kategoriler karşılıklı olarak, birbirlerine açık değildir. Bununla birlikte varsayımlar, toplam süreç içerisinde, toplam sürece ayırt edilebilecek nitelikte farklı katkılar yapmaktadırlar. Çalışmanın sonucuna göre, bir varsayımın kategorisini ve rolünü tanımlayan sözel şeklinden ziyade nasıl kullanıldığının önemli olduğudur [58].

Haines, Crouch ve Davis (2000), modelleme becerilerinin temel düzeyde değerlendirmesini ve matematiksel modellemedeki deneyim sırasında veya sonrasındaki uygulamayı belirtecek iki paralel anket geliştirmişlerdir. Onlar, her bir anketin tam bir modelleme egzersizini yürütmeksizin gelişimsel evrelerdeki kazanımları üzerine odaklanmışlardır. Anket maddeleri, öğrencilerin reel dünya ve matematiksel model ve formülasyonu arasında hareket etmelerini gerektirmiştir [59].

Haines ve Crouch'ın (2001) yaptığı başka araştırmada ise, yukarıdaki araştırmaya ilave olarak, matematiksel modellemede öğrencinin gelişimini tanımlamak, öğrenmeyi arttırmak ve benimsenmiş öğretim stillerinin etkililiğini ölçmek amacıyla bu potansiyellere sahip bir araştırma aracı tanıtılmıştır. Araştırma aracının test edilmesi ve oluşum süreci tartışılmıştır. UK' de iki üniversitedeki yapılan bir anketin deneme çalışmaları rapor edilmiştir. Araştırmada ortaya çıkan anlamlar ve ileri bir araştırma için ortaya çıkan yönlendirmeler dikkate alınmıştır. Modelleme sürecinin evreleri üzerine araştırma programında, kurs çalışması süresince üniversite öğrencilerinde matematiksel modelleme becerilerindeki ilerlemeyi incelemek amacıyla 20 tane çoktan seçmeli sorudan oluşan paralel iki test aracı geliştirilmiştir. Bu sorular, çalışmanın incelemek istediği ve analiz etmek istediği hedefi oluşturmuştur. Çoktan seçmeli format, soruları cevaplandırma için yönetilebilir bir zaman ölçeği içerisinde fikirlere odaklanmayı mümkün kılmakta ve aynı zamanda belirli bir reel dünyaya ait probleme ya da tek bir modele bağlı kalarak çarpıtmalardan sakınmak amacıyla bağlamsal farklılığı kullanmanın daha kolay hale gelmesini sağlamaktadır. Bu format, öğretim modülü veya birimi içerisinde sadece iki veya üç modelleme durumuyla karşılaşılabilen üniversite öğrencileri için hazırlanan modelleme programlarıyla çelişir. Bu çoktan seçmeli anket, 20-30 dakikada öğrenciler tarafından tamamlanılan bir araştırma aracı olarak risklerden

sakınmayı sağlar. Ölçme aracı 2000 yılında üniversitede okuyan 15'i kız, 27'si erkek olmak üzere 42 tane matematik bölümü öğrencisine ilk yıllarının ikinci döneminde uygulanmıştır. Bu öğrenciler bir modülü çalışmışlardır: Matematiksel Modelleme aracılığıyla İletişim Becerileri. Bu modül, hem matematiksel modelleme becerilerini hem de iletişim becerilerini geliştirmeyi hedeflemiş olup öğrencilerin matematiksel modelleme kursuna dair ilk deneyimlerini oluşturmuştur. Öğrenciler, modelleme döngülerini; deneysel ve teorik modellemeye giriş ve matematiksel fikirleri sunma ve iletişime geçebilme gibi konuları kapsayan matematiksel modelleme üzerine beş konferans şeklinde tamamlamışlardır. Bu konferanslar, öğrencilerin lineer bir kural bulmak amacıyla verilen verileri ve teorik ilişkiyi çıkarmak için bir hesap kullandıkları hem teorik hem de deneysel modellemenin elemanlarını içermiştir. Veri analizi, öğrencilerden elde edilen cevaplardan ölçek maddelerinin davranışını modellemek amacıyla Rasch analizini kullanan çok yönlü FACETS programı kullanılarak yapılmıştır. Burada maddelerin davranışı üzerine yoğunlaşmıştır. Cevapların böyle bir ölçekte yer alabileceği varsayılmıştır. Fakat çalışmada kullanılan ankette yer alan maddelerin, matematiksel modelleme aktivitesinin tam bir resmini sağladığına dair bir iddia yoktur. Bunun yerine tanımlanabilir bir modelleme sürecinin parçalarına giriş yapılmaya çalışılmıştır. Bu uygulama için araştırma yöntemi, matematiksel modellemedeki oranlama ölçeği yönünde çalışmaya başlamak ve maddelerin uygunluğunu ve güçlüğü test etmek için spesifik olarak dizayn edilmiştir. Sonuçta madde analizi;

- maddelerin matematiksel modelleme isteğinin sürekliliğine katkıda bulunduğunu,
- maddelerin ortaklaşa tutarlı davranışlar gösterdiğini,
- benzer madde çiftlerinin kıyaslanabilir bir tarzda performansları tahmin ettiğini doğrulamaktadır.

Araştırma sonuçları, araştırmacıları cesaretlendirmiştir. Kullanılan araştırma aracı da, reel dünya ve matematiksel model ve modelin formülasyonu arasındaki etkileşimi incelemede etkili olduğu görünen maddeleri içermiştir. Öğretim ve öğrenme stilleri, öğrencilerin bu paradigmaya geçişi nasıl ele aldıklarını ve test maddelerinin değerlendirme için mekanizmaları nasıl sağlayabildiğini etkileyecektir. Çalışmada, test maddelerinin matematiksel modelleme becerileri için bir oranlama

ölçeği oluşturmaya yardımcı olabileceği görülmüştür. Değerlendirmenin bu tipinin, modelleme yeterliklerinin holistik bir görüşünü üretmediğini ve yapılanmamış bir modelleme döngüsünün bireysel parçaları üzerinde öğrenci başarısının, başarı göstergeleri veya başka türlü matematiksel modelcileri sağlayamadığı tartışılır. Diğer yandan bu bireysel kısa sorular, öğrencilerin güçlüklerini belirlemeye ve kavramsal anlamalarının düzeyini tanımaya yardımcı olmaktadır. Bununla birlikte, matematiksel modelleme becerilerinin tamamını adresleyen kavrayıcı bir araştırma aracı tam olarak oluşturulamamıştır. Çünkü araştırmada kullanılan çoktan seçmeli anket, matematiği çözmeyi, sonuçları yorumlamayı, bir modeli tasfiye etmeyi ve rapora dökmeyi içermemiştir. Kullanılan çoktan seçmeli anket formatında, matematiksel modellemenin bu alanları için test maddeleri hala geliştirilmektedir [60].

Gick ve Holyoak (1983) çalışmasında, benzer ve doğru bir matematiksel modelleme problemini ve hikaye formundaki bir çözümünü önceden çalışmayarak bu şekilde problemi çözen öğrencilerle çalışmışlar ve bu öğrenciler için başarı oranının % 10 iken, karşısındakilerin başarı oranının % 30 olduğunu rapor etmişlerdir. Eğer öğrenciler kaynak problemi çözmeyi önceden denemiş olsaydılar, onların bir benzerini çözmüş olacak ve böylece altyapı yetenekleri artmış olacaktı. Fakat sadece onlara kaynak çözüm üzerinde deneyimci tarafından benzer, ilave bir açıklama ve dönüt verilmiştir. Bu çalışmadaki sonuçlar, benzer soruların problem bankalarını oluşturmada egzersiz edilmeye ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir [61].

Graham'ın (1997) yaptığı çalışmada ise, aynı matematiksel modelleme probleminin genel olarak benzer altyapı ve matematiksel deneyimlere sahip yaklaşık 300 öğrenciye sunulduğunda elde edilen cevaplar rapor edilmiştir. Çalışma için, öğrencilere çiftler halinde çalışmaları öğretilmiştir. Probleme çözüm bulmaları için sınırlı zaman verilmiştir. Elde edilen sonuçlar, dikkate alınan yaklaşımların çeşitliliğini ve birçok kategoriye sınıflandırıldığını göstermiştir. Aynı zamanda, problemin çözümüne öğrenciler tutarlı olarak değerinin altında bir eğilim göstermişlerdir. Çalışma, öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerinin prensiplerinin uygulanmasını geliştirmek ve cesaretlendirmek için yapılmıştır. 1996 yılının başlarında bu çalışmayı yürütmek için, öğrencilerin bir probleme kaç farklı

yaklaşım veya strateji uyguladıklarını görmek için bütün öğrencilere aynı problemin sunulmasına karar verilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, yaklaşık 300 öğrenci tarafından uğraşılan dört farklı olaydan elde edilmiştir. Bu öğrenciler ise, farklı okullardan seçilmiş olup 12 ve 13 yaşındaki öğrencilerden oluşan bir gruptur. Katılımcı okulların çoğu, olaylara matematik öğrenci gruplarının tümünü getirdiği için, çalışmadaki öğrencilerin örneklemini aslında oldukça temsilidir.

Araştırmayı yürütmek amacıyla, öğrencilere açıklaması kolay olabilen, herhangi uzmanlaşmış bilgi gerektirmeyen ve çalışmalarının başlangıcında olan öğrenciler tarafından uğraşılabilen bir problem seçmek gerekli olmuştur. Farklı şekillerde uğraşılabilen problemin tipi için, katılan öğrenciler arasında farklı bilgi düzeylerinde olmaması için de özellikle dikkat edilmiştir. Seçilen problem, ipe bir düğüm atıldığı zaman meydana gelen kısalmanın miktarıyla ilgili olan düğüm problemiydi. Gerçek problem gösterilebildiği için, bu problemi oluşturmak çok kolay olmuştur. Bu yüzden yanlış anlaşılmalardan olmamıştır. Öğrenciler problem hakkındakileri kolay bir şekilde görebilmişlerdir. Sadece sağlanılan gerekli veri, ipin uzunluğu ve çapıydı. Aynı zamanda probleme çözüm, ipe bir düğüm atılarak ve gereken sonuç ölçülerek kolay bir şekilde geçerli hale getirilebildiği için ideal olmuştur. Problem 1996 yılının ilk 6 ayı boyunca yukarıda bahsedildiği gibi 12 ve 13 yaşlarındaki 302 tane A düzey matematik öğrencisine uygulanmıştır. Problem öğrencilerin çeşitli matematiksel aktivitelere katıldığı matematik gününün bir parçası olarak sunulmuştur. Bu olayların her birinde, öğrencilerden düğüm problemi üzerine 30 dakikalığına çiftler halinde çalışmaları istenilmiştir. Çalışma kağıdının bir kenarına yaptıkları şeyi çok kısa bir şekilde özetlemeleri sağlanmıştır. Öğrencilerden cevaplamaları istenilen problem tam olarak şudur: 100 cm uzunluğundaki ip atılan basit bir düğüme sahiptir. İpin çapı 1,1 cm dir. Düğüm atıldıktan sonra ipin uzunluğu ne olur? Değişim nasıl olur?

Özet olarak, ipin çok uzun bir parçasında düğüm atılmıştır ve bu öğrencilere gösterilmiştir. Fakat öğrenciler kendilerine gösterilen ipe bakarak kısalmayı tahmin edememişlerdir. Daha sonra, öğrencilerin her bir çiftine onlara yardımcı olacak kısa uzunlukta bir ip parçası verilmiştir. Aynı zamanda, öğrencilerin herhangi bir çiftinin soruyu sonuçlandırmaması belirtilmiştir. Herhangi ölçüm araçları veya kuralları

kullanmamaları söylenilmiştir. Öğrenciler görevini tamamladıkları zaman; grafik hesap makinesinin istatistiksel fonksiyonlarını kullanarak sonuçları kıyaslamışlardır: Olayların her birinde öğrenciler tarafından üretilen üç çözüm incelenilmiştir ve onlarla birlikte tartışılmıştır. Probleme öğrencilerin getirdikleri çözümlerin analizi dikkate alınmıştır. Her bir olayda öğrenciler tarafından üretilen cevaplar toplanılmış, ayrıştırılmıştır ve son olaydan sonra incelenmeye alınmış, sınıflandırılmıştır.

Anlam oluşturmeyen birkaç cevabın olduğunu ve öğrencilerin çözümlere nasıl ulaştığını açıklayamadıklarını not etmeleri bu evrede ümit verici olmuştur. Bazı cevaplar yanlış tartışmalara dayalıydı fakat öğrenciler tarafından dikkate alınan yaklaşım açıktı. Yine öğrenciler tarafından üretilen gerçek cevaplar, kullanılan yöntemle göre oluşturulmuştur. Bu cevaplar daha sonra birkaç kategori halinde gruplandırılmıştır. Kategoriler, araştırmaya başlamadan önce tanımlanmamıştır. Fakat verilen cevapların bölgesi, uyumlu olması amacıyla duyarlı bir şekilde seçilmiştir. Düğüm atılır atılmaz, fazla sayıda öğrencinin ipin uzunluğunu tahmin ettiklerini, grafik açık bir şekilde göstermiştir. Öğrencilerin cevapları ip veya düğüm hakkında birçok ilginç ifadeyi ve varsayımı da içermiştir. Öğrencilerin bazı tipik ifadeleri; ‘İp daireseeldir.’, ‘İp, elastik değildir.’, ‘İp, mükemmel bir şekilde yuvarlaktır.’, ‘İp sıkı çekilmelidir.’ şeklindedir. Öğrencilerin cevaplarının uyumlu olması amacıyla oluşturulan kategoriler dikkate alınmıştır:

- Mantıksal olmayan
- Uzunlukları ölçme
- Çapla ölçme
- Hacim yaklaşımı
- Çap bakımından analiz
- Çevre bakımından analiz

Çalışma açısından öğrenciler tarafından kullanılan farklı stratejileri incelemek oldukça ilginç olmuştur. Bu stratejiler, karmaşıklığın iki farklı düzeyinde dikkate alınmıştır. En temel düzey, problemi temel olarak deneysel veya pratik yaklaşımı dikkate alan öğrencilerden oluşmuştur. Bu öğrenciler, düğümün şeklini veya düzenini dikkate almaksızın basit bir deney veya kıyaslamayı yürütmüşlerdir. Fakat ipteki kısıalma ve başka faktörler arasındaki deneysel ilişkiyi bulmaya çalışmışlardır.

Bu öğrenciler ne başarısız ne de basit bir şey üreten öğrencilerdir. Fakat iyi model kuruculardır. İpin çapıyla kısalmayı bağlantılandırmaya çalışan öğrenciler, çok tutarlı sonuçlar üretememişlerdir. Daha sofistike yaklaşımlar daha analitik olmuştur. Bu yaklaşımlarda öğrenciler bilindik matematiksel girişimlerle düğümün şekli arasında ilişki kurmayı aramışlardır. Deneysel yaklaşımı dikkate alan öğrencilerden farklı olarak bu öğrenciler, aynı şekilde ipin bir örneğine ihtiyaç duymamışlardır. İlk örnekte onlara düğümün şeklini göstermek için yardım edilmiştir. Fakat onlar sonuçlarını uygun bir matematiksel girişimle düğümü ilişkilendirmek için bir kağıt üzerinde çizimlere dönmüşlerdir. Bu bağlantıyı yapar yapmaz öğrenciler aynı zamanda kullanmak için karar verdikleri cisimlere veya şekillere uygulanacak uygun boyutları belirlemek zorunda kalmışlardır. Fakat ilerleyen evre zayıf sonuçlar vermiştir. Çünkü uygun olmayan boyutlar kullanılmıştır.

Sonuç olarak, bu araştırma öğrencilerin bilindik olmayan bir problemle karşılaştıklarında işlem yapmak için seçtikleri deneysel ve analitik yaklaşıma göre iki farklı düzeydeki öğrencileri göstermiştir. Ayrıca uygun olmayan varsayımlar oluşturan öğrenciler olduğu için başarı derecelerinin değiştiği veya çözümlerinde karmaşıklığın yeni düzeylerini dikkate alan öğrenciler olduğu sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte genel eğilim, en iyi tahminleri üreten en sofistike modellerin toplanılan verilerden ortaya çıktığı ve en çeşitli sonuçları üretenin de basitleştirilmiş ve deneysel modeller olduğu görülmektedir [62].

3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmada uygulanan yöntem ve araştırmada veri toplamak için geliştirilen ölçme araçları hakkında detaylı bilgiler verilmektedir.

3.1 Araştırmanın Modeli

Araştırma modeli, içerik analizi tümleşik desen modelindedir [63]. Araştırmaya ilköğretim matematik öğretmeni ve sınıf öğretmeni adayları katılmıştır. Aynı zamanda örneklem grubunu oluşturan bu öğretmen adaylarına, etkinlikleri uygulamadan önce ve uyguladıktan sonra Modeller ve Modelleme Anketi ve Matematik Tutum Ölçeği verilmiştir. Ayrıca etkinlikleri uygulamadan önce öğretmen adaylarına ısınma problemleri uygulanmış olup daha sonra da iki farklı etkinlik uygulanmıştır. Bu çalışma; kullanılan veri toplama araçları Modeller ve Modelleme Anketi, Matematik Tutum Ölçeği, Isınma Problemleri, Ayak izi ve Voleybol Problemi etkinlik kağıtları, öğrencilerle yapılan görüşmeler göz önünde bulundurulduğunda hem nitel hem de nicel bir araştırmadır.

3.2 Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama araçları olarak kullanılan Modeller ve Modelleme Anketi, Matematik Tutum Ölçeği, Isınma Problemleri, Ayak izi ve Voleybol Problemi etkinlik kağıtları, etkinliklerin final raporları, öğrencilerle yapılan görüşmelerle ilgili bilgiler bu bölümde detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

3.2.1 Modeller ve Modelleme Anketi

Öğretmen adaylarının modeller ve modelleme ile ilgili görüşleri, Güneş, Gülçiçek ve Bağcı (2004), tarafından geliştirilen bir anket yardımıyla belirlenmiştir [12]. Anket; Çoklu Temsiller Olarak Modeller, Tam bir Kopya Olarak Modeller, Açıklayıcı Araçlar Olarak Modeller, Bilimsel Modellerin Kullanımı, Modellerin Yapısının Değişimi ve Model Örnekleri olmak üzere altı gruptan oluşmaktadır (Ek-A). Tablo 3.1’de bu grupların hangi anket maddelerinden oluştuğu gösterilmektedir.

Tablo 3.1 Test Maddelerinin Amaçlara Göre Gruplandırılması

Madde Aralığı	Dahil Olduğu Grup	Amaçlar
M1-M7	Çoklu Temsiller Olarak Modeller	Çoklu temsiller olarak modeller hakkındaki görüşleri ortaya çıkarmak
M8-M15	Tam bir Kopya Olarak Modeller	Bir modelin temsil ettiği nesneye ne kadar benzeyebileceği ile ilgili algılamaları tespit etmek
M16-M20	Açıklayıcı Araçlar Olarak Modeller	Herhangi bir olgunun anlaşılmasında modelin yaptığı katkı ile ilgili düşünceleri belirlemek
M21-M23	Bilimsel Modellerin Kullanımı	Modellerin tanımlayıcı ve açıklayıcı olmasının dışında nasıl kullanılabilceği konusundaki anlayışları saptamak
M24-M26	Modellerin Yapısının Değişimi	Modellerin kalıcılığı (sürekliliği) ile ilgili görüşleri
M27-M30	Model Örnekleri	Kullanılan model örneklerini tespit etmek

Araştırmada kullanılan Modeller ve Modelleme anketi, Güneş, Gülçiçek, Bağcı (2004)'nın çalışmasından alınmıştır [12]. Anketin 30 maddesinden 26'sı Treagust'un (2002) 'Students' Understanding of the Role Scientific Models Learning in Science' isimli çalışmasından alınmıştır [64]. Son dört test maddesi ise, fen ve matematik öğretim elemanlarının bilimsel model örnekleri hakkındaki düşüncelerini belirlemek için Güneş, Gülçiçek ve Bağcı (2004) nin çalışmasına aittir [12]. Modeller ve Modelleme Anketi, önce Treagust [64] tarafından öğrencilere 26 madde halinde uygulanmış olup daha sonra Güneş, Gülçiçek ve Bağcı [12] tarafından dört anket maddesi daha eklenerek öğretim elemanlarına uygulanmıştır. Bu araştırmada da son halini almış olan anket öğretmen adaylarına uygulanmıştır.

3.2.2 Matematik Tutum Ölçeği

İlköğretim matematik öğretmeni ve sınıf öğretmeni adaylarının uygulama öncesinde ve sonrasında matematik dersine karşı düşüncelerinde değişim olup olmadığını belirlemek amacıyla Matematik Tutum Ölçeği uygulanmıştır (Ek-B). Araştırmada kullanılan matematik tutum ölçeği, Duatepe ve Çilesiz (1999)'in çalışmasından alınmıştır [65]. Ölçekteki maddelerin hiçbirinin kesin cevabı yoktur. Her cümleyle ilgili görüş, doğal olarak kişiden kişiye değişebilir. Bu ölçek, sevgi, meslek, korku, zevk, önemlilik, ilgi ve güven boyutlarını içeren 38 maddeden oluşmaktadır.

3.2.3 Isınma Problemleri

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarını matematiksel modellemeye hazırlayıp, matematiksel modelleme bakış açısını kazandırmak, modellemenin temelini oluşturmak ve etkinliklere hazırlamak amacıyla Özalp [66]'den yararlanarak yedi sorudan oluşan ısınma problemleri (Ek-C) uygulanmıştır.

3.2.4 Ayak İzi Problemi ve Voleybol Problemi Etkinliği

Araştırmada ilköğretim matematik öğretmeni ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini belirlemek amacıyla iki farklı etkinlik uygulanmıştır. Bunlar ‘Etkinlik 1: Ayak izi Problemi’ ve ‘Etkinlik 2: Voleybol Problemi’ etkinliğidir. Ek-D ve Ek-E’de etkinlikler sunulmuştur.

3.2.5 Modelleme Performansını Değerlendirme için Puanlama Anahtarı

İlköğretim matematik öğretmeni ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yeterlik düzeylerini belirlemek amacıyla her iki etkinliğin kodlayıcılar tarafından puanlandırılmasında kullanılan puanlama anahtarıdır (Ek-F). Araştırmada kullanılan puanlama anahtarı, Hodgson (1995)’ın çalışmasından alınmıştır [21]. Öğretmen adaylarının oluşturdukları grupların etkinlik kağıtları bu anahtara göre puanlanmıştır. Kodlayıcılar puanlamalarını, matematiksel modelleme sürecinin her bir aşamasına puanlama anahtarında belirtilen düzeylere göre ayrı puan vererek tamamlamışlardır.

3.2.6 Görüşme

Görüşme, nitel araştırmada kullanılan en yaygın veri toplama aracıdır [67]. Araştırmacı tarafından yapılan literatür taraması ve sınıf içindeki etkinliklerin gözlenmesi sonucunda, öğrencilerle bireysel görüşmeler yapmak amacıyla görüşme formu hazırlanmıştır. Bu görüşme yaklaşımı, görüşme sırasında keşfedilecek bir sorular veya konular listesini kapsar. ‘Görüşme formu yöntemi, benzer konulara yönelmek yoluyla değişik insanlardan aynı tür bilgilerin alınması amacıyla hazırlanır.’ [63]. Görüşmeci önceden hazırladığı konu veya alanlara sadık kalarak, hem önceden hazırlanmış soruları sorma hem de bu sorular konusunda daha ayrıntılı bilgi almak amacıyla ek sorular sorma özgürlüğüne sahiptir. Sorular veya konuların belirli bir öncelik sırasına konması zorunlu değildir. Görüşme formu, araştırma problemi ile ilgili tüm boyutların ve soruların kapsanmasını güvence altına almak için geliştirilmiş bir yöntemdir. Görüşmeci, görüşme sırasında soruların cümle

yapısını ve sırasını değiştirebilir, bazı konuların ayrıntısına girebilir veya daha çok sohbet tarzı bir yöntem benimseyebilir. Görüşme formu yaklaşımı, farklı bireylerden daha sistematik ve karşılaştırılabilir bilgi elde etmeyi sağlar. Elde edilen veriler, belirli bir görüşme formunun varlığı nedeniyle, formda kapsanan soru veya konu alanları altında elde edilmiştir. Betimsel analizde, görüşülen ya da gözlenen bireylerin görüşlerini çarpıcı bir biçimde yansıtmak amacıyla doğrudan alıntılara sık sık yer verilir. Bu tür analizde amaç; elde edilen bulguları, düzenlenmiş ve yorumlanmış bir biçimde okuyucuya sunmaktır. Bu amaçla elde edilen veriler, önce mantıklı ve anlaşılır bir biçimde betimlenir. Daha sonra yapılan bu betimlemeler yorumlanır, neden-sonuç ilişkileri irdelenir ve birtakım sonuçlara ulaşılır [67].

Görüşmeler öğrencilerin anketteki sorulara verdikleri cevapları teyit etmek ve daha derin bilgi toplamak amacıyla uygulamalar sonrasında yapılmıştır. Deneme çalışması ve iki uzman görüşü alınarak son haline getirilen yarı-yapılandırılmış görüşme formu (EK- G) kullanılmıştır. 12 kişi ilköğretim matematik öğretmenliği bölümünden ve 10 kişi sınıf öğretmenliği bölümünden olmak üzere toplam 22 öğretmen adayı ile 20-25 dakikalık görüşmeler yapılmıştır. Öğrencilerin izni alınarak da bunlar ses kayıt cihazı ile kaydedilmiştir. Bu kayıtlar daha sonra yazıya dökülmüştür.

Görüşme formunda araştırma konusunu genel anlamda kapsayan sorular yer almıştır. Bununla birlikte ana soruların altında yer alacak sondalara da yer verilmiştir. Görüşme formundaki sorular genel olarak, modeller ve model örneklerinden başlayıp matematiksel modelleme, matematiksel modelleme yeterlikleri, aşamaları, bu süreçte yaşanan zorluklar, edinilen kazanımlar ve yapılan grup çalışmalarıyla ilgili görüşlere kadar uzanmaktadır.

3.3 Deneme Çalışmaları

Veri toplama araçlarının hazırlanması ve uygulanması ile ilgili yapılan denemelere ilişkin bilgiler aşağıda açıklanmıştır.

3.3.1 Modeller ve Modelleme Anketi, Matematik Tutum Ölçeği ve Etkinlikler

Veri toplama araçlarının hazırlanması ve uygulanması ile ilgili yapılan denemelere ilişkin bilgiler aşağıda açıklanmıştır.

Deneme çalışması, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesinde Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği 3.sınıf Birinci Öğretim Programındaki 10 öğretmen adayına uygulanmıştır. Öğrencilerin verdikleri cevaplara göre sorulardaki yanlış ve eksik olan kısımlar gözden geçirilerek düzeltilmiştir. Ayrıca etkinliklerin yapılmasında verilen sürenin yeterli olup olmadığı da son defa kontrol edilmiştir. İlköğretim matematik öğretmeni adayları için etkinliklerde bir oturuma ayrılan 45 dakikalık sürenin aynı zamanda sınıf öğretmeni adayları için de uygun olduğu kabul edilmiştir.

3.3.2 Görüşme

Örneklem grubundaki öğrencilerle görüşme yapılmadan önce, ilköğretim matematik öğretmeni ve sınıf öğretmeni adaylarından iki öğrenci ile deneme çalışması yapılmıştır. Kapsam geçerliği açısından da araştırma konularını içine alacak şekilde genel bir görüşme formu hazırlanmıştır. Bu form, yarı-yapılandırılmış şekilde deneme çalışmasındaki öğrencilere uygulanmış ve sonrasında gerekli düzeltmeler yapılarak son haline getirilmiştir. Görüşme formu olgunlaştırılırken, ana soruların altında yer alacak sondalarla da zenginleştirilmiştir.

3.4 Verilerin Toplanması

Çalışmada örneklem seçimi ve veri toplama araçlarının uygulanmasına ilişkin bilgiler bu kısımda açıklanmıştır.

3.4.1 Örneklem

Modeller ve Modelleme Anketinin, Matematik Tutum Ölçeğinin, etkinliklerin ve görüşme örnekleminin nasıl seçildiğine ilişkin veriler aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Çalışma grubu örneklem olarak, amaçlı örneklemdir. Amaçlı örnekleme yöntemleri, tam anlamıyla nitel araştırma geleneği içinde ortaya çıkmıştır. Patton'a (1987) göre, amaçlı örnekleme zengin bilgiye sahip olduğu düşünülen durumların derinlemesine çalışılmasına olanak vermektedir [63]. Çalışmada amaçlı örneklem yöntemlerinden kolay ulaşılabılır durum örnekleme kullanılmıştır. Bu örnekleme yöntemi araştırmaya hız ve pratiklik kazandırır. Çünkü bu yöntemde araştırmacı, yakın olan ve erişilmesi kolay olan bir durumu seçer. Kolay ulaşılabılır durum örnekleme, çoğu zaman araştırmacının diğer örnekleme yöntemlerini kullanma olanağının olmadığı durumlarda kullanılır [67].

3.4.1.1 Modeller ve Modelleme Anketi, Tutum Ölçeği ve Etkinliklerin Örneklemi

Bu çalışmanın örneklemini 2007-2008 Eğitim-Öğretim yılı Bahar yarıyılında Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği ve Sınıf Öğretmenliği programındaki 3.sınıf İkinci Öğretim öğrencilerinden toplam 70 öğrenci oluşturmaktadır. Örneklemin ikinci öğretim öğrencilerinden seçilmiş olmasının sebebi, araştırmacının devlete bağlı bir Anadolu Lisesinde öğretmen olarak görev yapıyor olması ve dolayısıyla çalışma saatlerinin dışında araştırma amaçlı yapılabilecek çalışmanın ikinci öğretim ders saatleriyle uyumasıdır. Ayrıca üçüncü sınıf öğrencilerinin o sene Özel Öğretim Yöntemleri dersini alıyor olmaları da çalışmanın uygulanmasında bu öğrenci grubunu tercih etme sebebini oluşturmuştur. Örneklem seçiminde sınıflardaki öğrencilerden herhangi bir eleme yapılmamış ve sınıftaki tüm öğrenciler çalışma kapsamına dahil edilmiştir. Ancak daha önceden öğrencilere haber verilmediği için anketin ve tutum ölçeğinin uygulandığı zaman olmayan öğrenciler araştırma örneklemine dahil edilmemiştir.

3.4.1.2 Görüşme Örnekleme

Çalışmanın uygulandığı İlköğretim Matematik Öğretmeni ve Sınıf Öğretmeni adaylarından; 12 kişi Sınıf Öğretmenliği bölümünden 10 kişi de İlköğretim Matematik Öğretmenliği bölümünden olmak üzere toplam 22 öğretmen adayı ile görüşme yapılmıştır. Bu öğretmen adaylarının seçiminde ön-anket ve son-anette sorulan sorulara verdikleri cevaplar ve uygulanan etkinliklerdeki katılımları dikkate alınarak değişik seviyelerdeki öğretmen adaylarından rastgele seçim yapılmıştır. Bu öğrencilerin hepsi de gönüllü olarak 25-30 dakikalık görüşmelere katılmışlardır.

3.4.2 Modeller ve Modelleme Anketinin, Matematik Tutum Ölçeğinin, Etkinliklerin ve Görüşmelerin Uygulanması

Araştırma ile ilgili etkinlikler ve ölçme araçları ile veri derleme, Mart- Mayıs 2008 tarihleri arasında Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi'nde üçüncü sınıfta bulunan ikinci öğretim programındaki ilköğretim matematik öğretmeni ve sınıf öğretmeni adaylarıyla 12 hafta süresince yapılmıştır. Çalışma takvimi ve uygulama biçimi Tablo 3.2'de görülmektedir. Konu ile ilgili ayrıntılı bilgiler ise tablonun altında verilmiştir.

Tablo 3.2 Çalışmanın Uygulama Takvimi

Modeller ve Matematiksel Modelleme		Modeller ve Matematiksel Modelleme	
12.03.2008	Anket-Tutum Ölçeği	13.03.2008	Anket-Tutum Ölçeği
19.03.2008	Isınma Problemleri	20.03.2008	Isınma Problemleri
26.03.2008	Ayak İzi Problemi 1.Oturum	27.03.2008	Ayak İzi Problemi 1.Oturum
02.04.2008	Ayak İzi Problemi 2.Oturum	03.04.2008	Ayak İzi Problemi 2.Oturum
09.04.2008	Voleybol Problemi	10.04.2008	Voleybol Problemi
16.04.2008	Voleybol Problemi	17.04.2008	Voleybol Problemi
	Görüşmeler		Görüşmeler

Ön-Anketin ve Matematik Tutum Ölçeğinin Uygulanması: Öğretmen adaylarına, çoklu temsiller olarak modeller, tam bir kopya olarak modeller, açıklayıcı araçlar olarak modeller, bilimsel modellerin kullanımı, modellerin yapısının değişimi, model örnekleri olmak üzere altı bölümden oluşan Modeller ve Modelleme Anketi ön anket olarak uygulanmıştır. Daha sonra öğretmen adaylarının uygulama öncesindeki tutumlarını belirlemek amacıyla ön-anketin arkasından Matematik Tutum Ölçeği verilmiştir.

Isınma Problemlerinin Uygulanması: Öğretmen adaylarına ön-anketin ve Matematik Tutum Ölçeğinin uygulanmasından sonra onları matematiksel modellemeye hazırlayıp, matematiksel modelleme bakış açısını kazandırmak, modellemenin temelini oluşturmak ve etkinliklere hazırlamak amacıyla yedi sorudan oluşan ısınma problemleri verilmiştir. Bu sebeplerden dolayı uygulanan ısınma problemleri puanlandırılmamıştır. Isınma problemlerinin içinde grafikten denklem çıkarma şeklinde bir problem olmamasına rağmen etkinliklerde bu konuyla ilgili soru sorulmuştur. Öğretmen adaylarının ön bilgilerinin yeterli düzeyde olduğu varsayılmıştır. Problemler, sınıf içinde dört veya beş kişiden oluşan gruplarla grup çalışması şeklinde uygulanmıştır.

Etkinliklerin Uygulanması : ‘Etkinlik-1: Ayak izi Problemi’ ve ‘Etkinlik-2: Voleybol Problemi’ etkinlikleri 45 dakikalık süreler tanınarak her bir etkinlik için iki ayrı oturum düzenlenmiştir. Etkinlikler sınıf içinde dört veya beş kişiden oluşan gruplarla grup çalışması şeklinde uygulanmıştır. Ayak İzi Probleminde sınıf öğretmeni adayları 8 grup, ilköğretim matematik öğretmeni adayları 8 grup olmak üzere toplam 16 grup ile çalışılmıştır. Voleybol Probleminde ise sınıf öğretmeni adayları 6 grup, ilköğretim matematik öğretmeni adayları 7 grup olmak üzere toplam 13 grup ile çalışılmıştır.

Son-Anketin ve Matematik Tutum Ölçeğinin Uygulanması: Öğretmen adaylarının modeller ve modelleme konusundaki görüşlerindeki ve tutumlarındaki değişimi incelemek amacıyla Modeller ve Modelleme Anketi ve Matematik Tutum Ölçeği ikinci kez verilmiştir.

Görüşmelerin Uygulanması: Modeller ve Modelleme Anketi ve Matematik Tutum Ölçeğinin ikinci kez uygulanmasının ardından, örneklem grubundan seçilen toplam 22 öğretmen adayı ile yarı-yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Bu görüşmeler birebir olarak boş bir salonda yapılmış ve konuşmalar dijital ses kayıt cihazı ile kaydedilmiştir. Görüşmenin öncesinde öğrenciye görüşmenin amacı ve içeriği ile ilgili bilgi verildikten sonra konuşmaların kaydedilmesi için izin istenmiştir. Görüşme sırasında öğrencilerin etkilenmemesi için gerekli önlemler alınmıştır. Görüşmenin başında bu durum öğrenciye bildirilerek sadece kendi bildiği cevapları vermesi ve görüşmeciden etkilenmemesi açıklanmıştır. Görüşme sırasında da beden dilinin öğrenciyi etkilememesi için gereken özen gösterilmiştir.

3.5 Verilerin Analizi

Verilerin analizi hem betimsel (descriptive) hem de yordamalı (inferential) istatistik kullanılarak yapılmıştır. Aşağıda ankette yer alan bölümlerin, tutum ölçeğinin, etkinliklerin ve görüşmenin analizinin nasıl yapıldığı açıklanmıştır.

3.5.1 Modeller ve Modelleme Anketinde Yer Alan Maddelerin Ortalama Değerlerinin Hesaplanması

Ortalama değerlerini hesaplamak amacıyla ankette yer alan maddeler puanlanmıştır. Ankette hem pozitif hem de negatif maddeler yer almaktadır. Ankette yer alan pozitif maddelerin puanlanması aşağıdaki gibi yapılmıştır:

- Tamamen katılıyorum 5
- Katılıyorum 4
- Kararsızım 3
- Katılmıyorum 2
- Tamamen katılmıyorum 1

Negatif maddelerin puanlanması eğer olumsuz olarak yanıtlanmış ise pozitif olarak düşünülerek ve puanlama yukarıdaki belirtilenin tersi yönünde yapılarak puanlanmıştır. Negatif madde, literatürdeki görüşün aksinin savunulduğu maddelerdir. Her bir maddenin toplam puan değeri bulunduktan sonra kişi sayısına

bölünerek ortalama değere ulaşılmıştır. SPSS programında anket maddelerinin bu puanlama değerleri dikkate alınmıştır. Ancak anket maddeleriyle ilgili radar grafikler çizilirken genel eğilimlerin daha net ortaya çıkması amacıyla, ankette yer alan pozitif maddelerin puanlanması, Tamamen katılıyorum +2, Katılıyorum +1, Kararsızım 0, Katılmıyorum -1, Tamamen katılmıyorum -2 şeklinde yapılmıştır.

Maddelerin Yüzde Değerlerinin Hesaplanması: Genel eğilimi ortaya çıkarmak amacıyla yüzde değerleri hesaplanırken tamamen katılıyorum (A⁺); tamamen katılmıyorum (D⁻) başlığı altında toplanarak frekanslar belirlenmiş ve yüzdeler hesaplanmıştır. Hesaplanan yüzde değerleri dikkate alınarak her bir alt souyu incelemek için uygun grafikler çizilmiştir.

Hipotez Testleri: Öğretmen adaylarının Modeller ve Modelleme Anketindeki görüşlerinin, etkinliklerin uygulanmasından öncesi ve sonrası arasındaki farkı test etmek amacıyla SPSS’de .95 güvenlik aralığında Eş-örneklem t-testi (Paired Samples t-test) uygulanmıştır. Yine modeller ve modelleme ile ilgili ilköğretim matematik öğretmeni ve sınıf öğretmeni adaylarının görüşlerinin birlikte değerlendirilmesi, ilköğretim matematik öğretmeni ve sınıf öğretmeni adaylarının cinsiyete bağlı ön-anket ve son-anket görüşlerinin değerlendirilmesi de SPSS’de .95 güvenlik aralığında Bağımsız Örneklem t-testi (Independent Samples t-test) kullanılarak yapılmıştır. İlköğretim matematik öğretmeni ve sınıf öğretmeni adaylarının uygulama öncesi ve uygulama sonrası tutumları arasındaki farkı test etmek amacıyla SPSS’de .95 güvenlik aralığında eş-örneklem t-testi kullanılmıştır.

3.5.2 Görüşme Kayıtlarının Analizi

Örneklem grubuna dahil olan sınıf öğretmenliği bölümünden 12 öğrenci ve ilköğretim matematik öğretmenliği bölümünden 10 öğrenci olmak üzere toplam 22 öğretmen adayı ile yapılan her bir görüşme kayda alınmıştır. Daha sonra elde edilen bu kayıtların her biri yazıya geçirilmiştir. Bu kayıtlar, öğrencilerin düşünce yapılarının ortaya konulmasında kullanılmıştır. Analiz işleminde kolaylık sağlamak için kayda geçirilen her veri analiz matrisine işlenmiştir. İki türlü analiz yapılmıştır. İlk analiz işlemi için, mantıksal-tümevarımcı analiz kullanılmıştır [68]. Bu yazarlar

mantıksal-tümevarımcı analizi ‘Nitel verilere, mantıksal düşünme süreçleri uygulayarak analiz etme yöntemi’ [68] olarak tanımlamışlardır. Onlara göre, mantıksal-tümevarımcı analiz şu adımları içermektedir:

- 1) Verilerin kodlanması için kodların tanımlanması,
- 2) Temaların bulunarak kodlanan verilerin bu temalar altında toplanması,
- 3) Kodların ve temaların düzenlenmesi
- 4) Bulguların tanımlanması ve yorumlanmasıdır. Bunu sağlamak için de veri setinden açıklamalara yer verilmesidir [68].

Araştırmacı tarafından literatür taraması ve verilerin defalarca okunması sonucunda genel bir kodlama çerçevesi oluşturulmuştur. Bu kodlamalara göre her bir kelime, cümle ve paragraf kodlanmıştır. Daha sonra tematik kodlama yapılmıştır. Birbirleriyle ilişkili olan kodlar bir araya getirilerek temalara ulaşılmıştır. Temalara ulaşıldıktan sonra, daha üst bir tema altında bir araya getirilebilecek temalar bir araya getirilmiştir. Sonuçta analiz işlemi temalar, alt temalar ve kodlamalar şeklinde sonlandırılmıştır. Çalışmada oluşturulan ana temalar; model, matematiksel model ve matematiksel modelleme süreci şeklinde belirlenmiştir. Ayrıca ana temalarla ilgili alt temalar da oluşturulmuştur (Bkz. Şekil 4.7). Verilere uygulanan diğer bir analiz ise verilerin sayısallaştırılmasıdır [67]. Bu veriler sayesinde öğrencilerin model, modelleme ve matematiksel modellemeyi nasıl anlamlandırdıkları ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Yöntem bölümünde araştırmanın yapılmasında izlenen yol ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Bulgular ve yorumlar bölümünde ise veri toplama araçları ile elde edilen bulgular sunularak bunların yorumları yapılmıştır.

3.5.3 Etkinliklerin Analizi

Öğretmen adaylarının çalışma için oluşturduğu grupların etkinlik kağıtlarının analizi yapılırken Modelleme Performansını Değerlendirme için Puanlama Anahtarı kullanılarak her bir grubun performans puanı hesaplanmıştır. Ancak performans puanını hesaplamada iki kodlayıcıdan yararlanılmış olup, kodlayıcılar arası

karşılaştırma yapılmıştır. Birinci kodlayıcı araştırmacının kendisi olup, ikinci kodlayıcı matematik eğitiminde alan uzmanı kişidir. Daha sonra ilköğretim matematik öğretmeni ve sınıf öğretmeni adaylarının oluşturduğu grupların puan ortalamaları dikkate alınarak etkinliklerin değerlendirilmesi, SPSS’de .95 güvenlik aralığında Bağımsız Örneklemler t-testi kullanılarak yapılmıştır.

Kodlayıcılar arası karşılaştırma yapılmadan önce her iki kodlayıcı, öğretmen adaylarının oluşturdukları grupların çalışma kağıtlarını Ek-F deki puanlama anahtarına göre puanlamıştır. Kodlayıcılar puanlamalarını, matematiksel modelleme sürecinin her bir aşamasına puanlama anahtarında belirtilen düzeylere göre ayrı puan vererek tamamlamışlardır. Her iki problem ve her iki problemdeki aşamalar için kodlayıcılar arası karşılaştırma sonuçları aşağıda verilmiştir.

Ayak izi probleminin matematiksel modelleme sürecindeki basitleştirme, matematikselleştirme, transformasyon, yorumlama ve geçerlilik aşamaları için elde edilen puanlamaları kullanarak, yapılan analizlerde kodlayıcıların puanları arasında anlamlı bir ilişki vardır. Kodlayıcılar arasında doğru yönlü (pozitif) kuvvetli bir ilişki (korelasyon) vardır ($r_{\text{basitleştirme}} = 0,73$; $r_{\text{matematikselleştirme}} = 0,63$; $r_{\text{transformasyon}} = 0,71$; $r_{\text{yorumlama}} = 0,85$; $r_{\text{geçerlilik}} = 0,75$).

Voleybol probleminin matematiksel modelleme sürecindeki basitleştirme, matematikselleştirme, transformasyon, yorumlama ve geçerlilik aşamaları için kodlayıcıların verdiği puanlar kullanılarak yapılan analizlerde kodlayıcıların puanları arasında anlamlı bir ilişki vardır. Kodlayıcılar arasında pozitif yönlü bir korelasyon vardır ($r_{\text{basitleştirme}} = 0,75$; $r_{\text{matematikselleştirme}} = 1,00$; $r_{\text{transformasyon}} = 0,92$; $r_{\text{yorumlama}} = 0,65$; $r_{\text{geçerlilik}} = 0,56$).

4. BULGULAR VE YORUMLAR

4.1 BULGULAR VE YORUMLAR-I BETİMLEMELİ İSTATİSTİK

Bu çalışmada, modeller ve matematiksel modelleme bakış açısını tanımlama, öğretmen adaylarına matematiksel durumları değişik şekillerde yorumlamaya ve bu durumlardan anladıklarını anlamlı bir şekilde ifade etmeye teşvik edecek deneyimler kazandırma, matematiksel sistemleri günlük hayatta kullanabilme, matematik öğrenme ve öğretmede bu bakış açısının önemini sunma amaçlanmıştır.

Araştırmanın bu bölümünde, araştırmada ele alınan beş araştırma sorusunu (S1, S2, S3, S4, S5) incelemek için uygulanan Modeller ve Modelleme Anketi, Matematik Tutum Ölçeği, etkinlikler ve öğrencilerle yapılan birebir görüşmelerden elde edilen veriler sunularak tartışmaya açılmıştır.

4.1.1 Modeller ve Modelleme Anketi

Öğretmen adaylarının modeller ve modelleme ile ilgili görüşleri, uygulama öncesinde verilen ankette bulunan 30 maddeden oluşan 5'li likert tipi bir ölçekle ölçülmüştür. Ele alınan araştırma sorusunun incelenmesini kolaylaştırmak amacıyla soruyla ilgili 6 alt soru oluşturulmuştur. Oluşturulan bu alt sorular ile daha önceden açıklandığı gibi öğretmen adaylarının çoklu temsiller olarak modeller, tam bir kopya olarak modeller, açıklayıcı araçlar olarak modeller, bilimsel modellerin kullanımı, modellemenin yapısının değişimi ve model örnekleri ile ilgili görüşleri incelenmiştir.

Ölçme araçlarından elde edilen verilerin yüzde değerlerinin ve ortalamalarının hesaplanması, Bölüm 3.5.1'de açıklandığı gibi yapılmıştır. Genel eğilimi belirlemek amacıyla, tamamen katılıyorum (A^+) ve tamamen katılmıyorum (D) başlığı altında toplanmıştır.

Öğretmen adaylarının Modeller ve Modelleme Anketinin alt gruplarında ifade ettikleri görüşlerinin yüzde değerleri tablolarda verilmiştir; ortalama değerleri ise radar grafiksel şekiller çizilerek gösterilmiştir. Öğretmen adaylarının görüşleri ile ilgili açıklamalar ve yorumlar, tablolar ve şekiller göz önünde bulundurularak yapılmıştır.

Tablo 4.1. Çoklu Temsiller Olarak Modeller ile İlgili Öğretmen Adayı Görüşleri

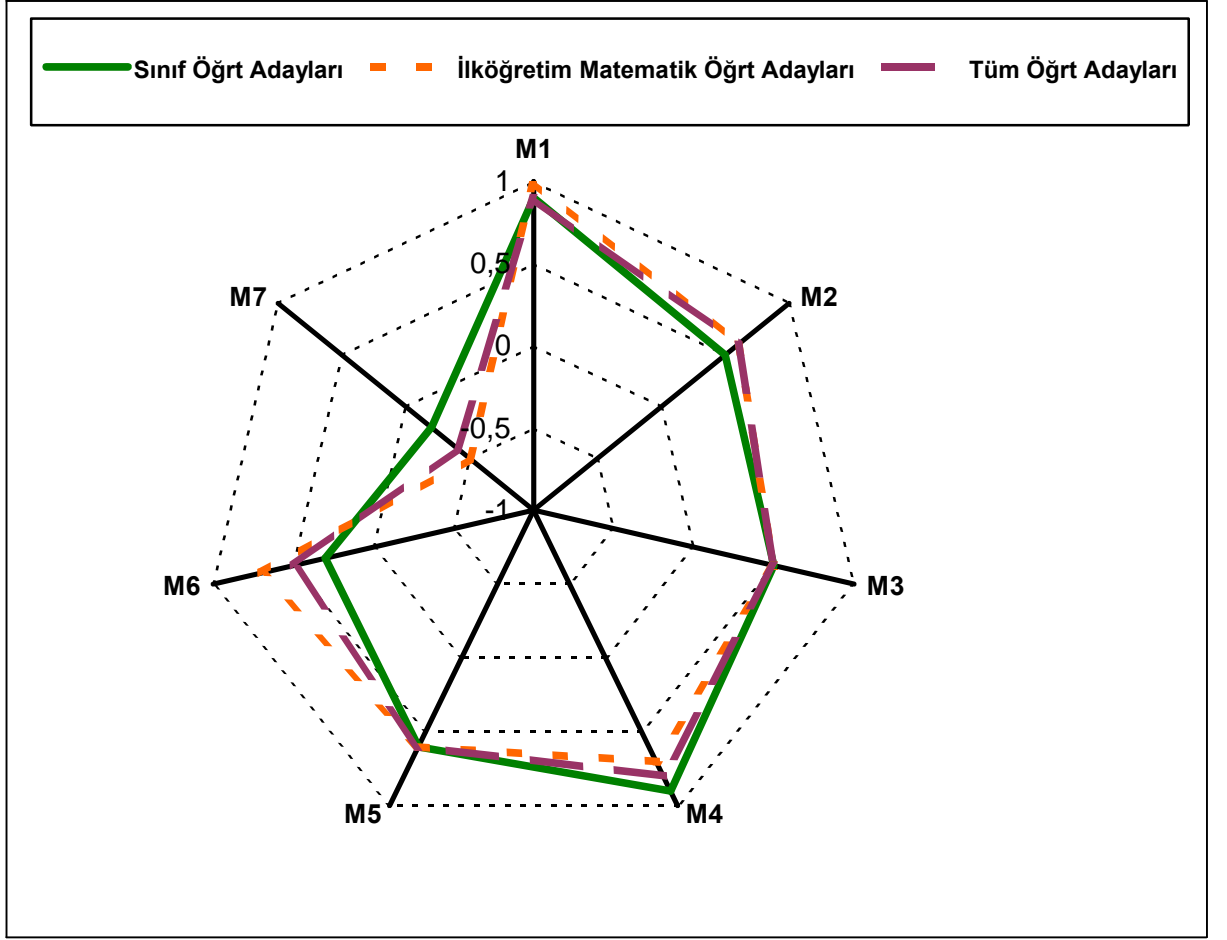
		Sınıf Öğretmeni Adayları		İlköğretim Matematik Öğretmeni Adayları		Tüm Öğretmen Adayları	
		A^+ (%)	D^- (%)	A^+ (%)	D^- (%)	A^+ (%)	D^- (%)
M1	Bir bilimsel olayın farklı yönlerini göstererek bu olayın özelliklerini ifade etmek için birçok model kullanılabilir. *	97	3	100	0	98	2
M2	Bir bilimsel olay için geliştirilen birden çok model, olayın farklı versiyonlarını (çeşitlerini) içerir.	63	9	68	9	46	9
M3	Modeller, fikirler arasındaki ilişkiyi açık bir şekilde gösterebilir.	54	9	70	16	63	13
M4	Bir cismin farklı yönlerini veya şekillerini göstermek için birden çok model kullanılabilir.	91	3	78	8	84	6
M5	Birden çok model, bir cismin farklı kısımlarını gösterir veya cisimleri farklı şekilde gösterir.	63	6	68	11	65	9
M6	Birden çok model farklı bilgilerin nasıl kullanıldığını gösterir.	51	18	65	5	68	12
M7	Bir model, bir bilimsel olayı göstermek veya açıklamak için gereken her şeyi içerir.	27	54	16	63	22	59

* İlgili satırdaki maddenin yüzde toplam sonuçları 100 olup, diğer maddelerde yüzde toplam sonucu 100 değildir. Kalan toplam, kararsız görüş belirten öğretmen adaylarının yüzdesidir.

Herhangi bir olgu için tasarlanmış alternatif modeller açıklanmak istenen olgu için değişik bakış açıları ve fiziksel görünümler sağlayabilmektedir. İlköğretim

matematik öğretmeni ve sınıf öğretmeni adaylarının büyük bir kısmı bu genel görüşe katılmıştır (M1-M7).

İlköğretim matematik öğretmeni ve sınıf öğretmeni adayları, bilimsel bir olayın özelliklerini ifade etmek için birçok model kullanılabileceği konusunda ortak fikirlere sahiptirler. Ayrıca öğretmen adaylarından sınıf öğretmeni adaylarının % 27 si, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının % 16 sı, bir model bir bilimsel olayı göstermek veya açıklamak için gereken her şeyi içerir görüşüne katılırken, sınıf öğretmeni adaylarının % 54'ü, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının % 63'ü bu görüşe katılmayıp, yine sınıf öğretmeni adaylarının % 19'u, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının % 21'i bu görüşte kararsız kalmayı tercih etmiştir. Böylelikle öğretmen adaylarından elde edilen bu yüzde değerleri, modeller ile modelin temsil ettiği gerçekler arasında paylaşılan özellikler bulunabileceği gibi paylaşılmayan özelliklerin de bulunacağını tam olarak farkında olmadıklarını göstermiştir (M7). Çünkü hiçbir zaman hiçbir model, bir gerçeği yüzde yüz temsil edemez, ederse zaten model gerçeğin kendisi olur.



Şekil 4.1 Çoklu Temsiller Olarak Modeller ile İlgili Öğretmen Adayı Görüşleri

Öğretmen adaylarının, her bir madde için ortalama değerleri Şekil 4.1’de gösterilmiştir. İlköğretim matematik öğretmeni adayları M1 maddesinde literatüre en yakın düşünen grup olmuştur. Öğretmen adaylarının beklenen cevaba uygun olmayan madde M7 dir.

Hem sınıf hem de ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının negatif ortalamaya sahip oldukları maddenin M7 olduğu görülmektedir. Öğretmen adayları, bir modelin gerçeği yüzde yüz temsil edebileceklerini düşünmektedirler. Van Driel ve Verloop (1999), modelin özelliklerini açıklarken, bir modelin her zaman hedeften belirgin ayrıntılarla farklılık göstermesi gerektiğini ve genel olarak bir modelin olabildiğince basite indirgenmesini ve yapılacak araştırmanın özel amaçlarına bağlı olarak hedefin bazı ayrıntılarının kasıtlı olarak model dışında bırakılabileceğini ifade etmişlerdir [4].

Tablo 4.2 Tam Bir Kopya Olarak Modeller ile İlgili Öğretmen Adayı Görüşleri

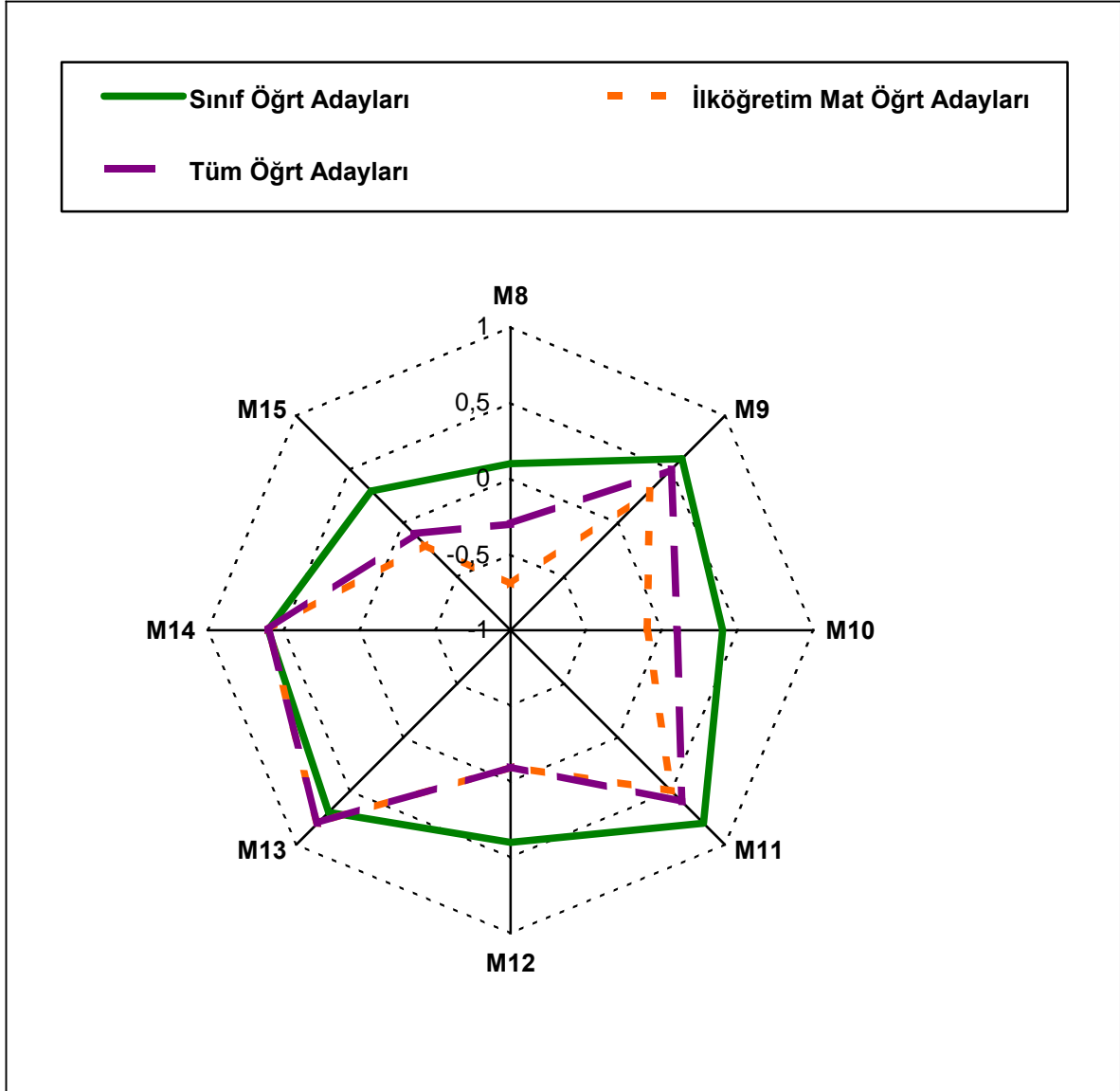
		Sınıf Öğretmeni Adayları		İlköğretim Matematik Öğretmeni Adayları		Tüm Öğretmen Adayları	
		A ⁺	D ⁻	A ⁺	D ⁻	A ⁺	D ⁻
M8	Bir model tam bir kopya olmalıdır.*	39	51	82	5	61	27
M9	Bir model gerçek nesneye benzemelidir.*	12	78	22	46	18	61
M10	Bir model, hiç kimsenin reddemeyeceği kadar, gerçek cisme tam olarak benzemelidir.*	24	66	43	33	35	48
M11	Bir model ile ilgili her şey, modelin temsil ettiği olayı anlatabilmelidir.*	6	88	17	51	12	69
M12	Bir model, boyutu hariç, gerçek cisme tam olarak benzemelidir.*	21	57	46	27	25	41
M13	Bir model, doğru bilgi verecek ve cismin nasıl görüldüğünü gösterecek şekilde, gerçek cisme benzemelidir.*	82	9	89	6	86	7
M14	Bir model, gerçek cismin ne olduğunu ve nasıl görüldüğünü gösterir.*	12	75	12	71	11	68
M15	Modeller bir şeyin küçültülmüş halidir.*	57	24	32	46	44	36

* ilgili satırlardaki yüzde toplam sonuçlarının 100 olmaması, geriye kalan yüzde toplamının kararsız görüş belirten öğretmen adaylarının olduğunu ifade etmektedir.

Sınıf öğretmeni adaylarının % 51'i, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının % 5'i, tüm öğretmen adaylarına bakıldığında % 27'si, modellerin tam bir kopya olduğu ifadesini reddetmiş ve sınıf öğretmeni adaylarının % 10'u, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının % 13'ü, tüm öğretmen adaylarının % 12'si bu konuda kararsız kalmıştır (M8). Yine ilginç bir şekilde, sınıf öğretmeni adaylarının % 78'i, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının % 46'sı, tüm öğretmen adaylarının %61'i bir model gerçek bir nesneye benzemelidir görüşüne katılmamıştır (M9). Model, temsil ettiği hedefe tam olarak benzemek zorunda değildir. M14'de de aynı durum söz konusudur. Sınıf öğretmeni adaylarının % 12'si, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının % 12'si, tüm öğretmen

adaylarının ise % 11'i modellerin gerçek cismin ne olduğunu ve nasıl göründüğünü temsil edebileceklerini düşünmektedir. Yine sınıf ğretmeni adaylarının % 75'i, ilköğretim matematik ğretmeni adaylarının % 71'i, tüm ğretmen adaylarının ise % 68'i bu düşünceyi paylaşmamaktadır.

Tam bir Kopya Olarak Modeller grubundaki maddelerin birbirini tamamlar nitelikte olduğu düşünülürse, ğretmen adaylarının modellerin tam bir kopya olup olmadığı konusunda yaklaşık olarak yarı yarıya farklı görüşü paylaştığı anlaşılmaktadır. M9-M14'e verilen cevaplar genel olarak değerlendirildiğinde de, maddelerde ifade edilen görüşler konusunda ğretmen adaylarının genel olarak kararsız olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Buradaki bulgular, ğretmen adaylarının belirgin bir kısmının, modellerin temsil ettiği gerçeğe yaklaşması gerektiğini kabullendiklerine işaret etmektedir.



Şekil 4.2 Tam Bir Kopya Olarak Modeller ile İlgili Öğretmen Adayı Görüşleri

Öğretmen adaylarının Tam bir Kopya Olarak modellerin özellikleriyle ilgili olarak M8 ve M12 de negatif ortalama sahiptirler. Yukarıda da belirtildiği gibi bu negatif ortalamanın sebebi, öğretmen adaylarının modellerin gerçeğin yüzde yüz aynı olması gerektiği görüşünü benimsemesinden kaynaklanmaktadır. Bu maddelerin dışında öğretmen adaylarının beklenen cevaba uygun olmayan başka madde olmayıp, görüş birliği içindedirler.

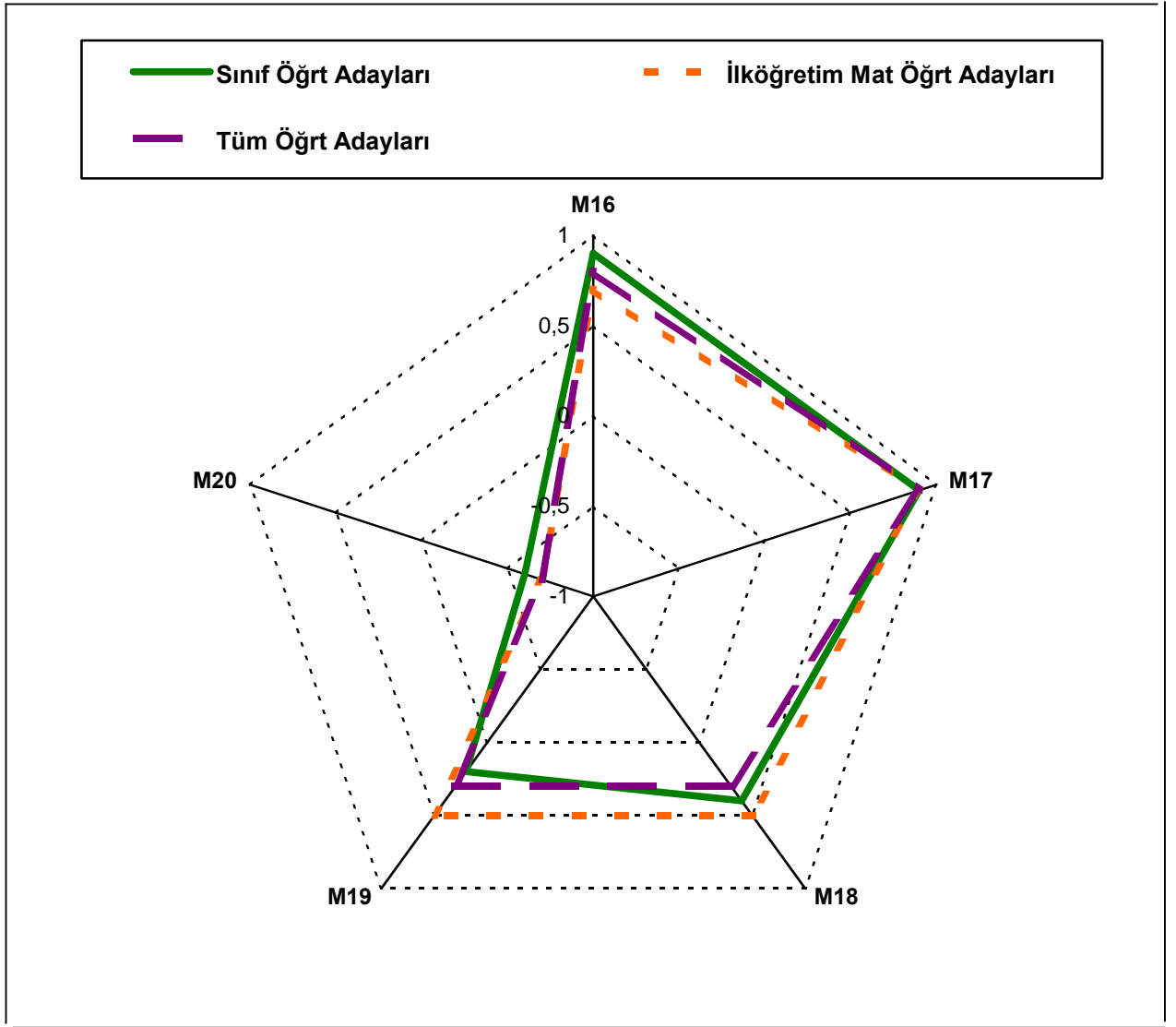
Tablo 4.3 Açıklayıcı Araçlar Olarak Modeller ile İlgili Öğretmen Adayı Görüşleri

		Sınıf Öğretmeni Adayları		İlköğretim Matematik Öğretmeni Adayları		Tüm Öğretmen Adayları	
		A ⁺	D ⁻	A ⁺	D ⁻	A ⁺	D ⁻
M16	Modeller, bir şeyi fiziksel veya görsel olarak temsil etmekte kullanılır.*	94	3	84	11	88	7
M17	Modeller, bilimsel olayların zihninizde bir resmini oluşturmanıza yardımcı olur. *	97	1	94	1	94	1
M18	Modeller bilimsel olayı açıklamakta kullanılır.*	57	18	65	16	56	18
M19	Modeller bir fikri göstermekte kullanılır.*	42	21	60	11	50	17
M20	Bir model, bir diyagram, bir resim, bir harita, grafik veya bir fotoğraf olabilir.*	78	12	73	15	76	9

* ilgili satırlardaki yüzde toplam sonuçlarının 100 olmaması, geriye kalan yüzde toplamının kararsız görüş belirten öğretmen adaylarının olduğunu ifade etmektedir.

Sınıf öğretmeni ve ilköğretim matematik öğretmeni adayları, açıklayıcı araçlar olarak modellerin rollerinin farkındadırlar. Sınıf öğretmeni adaylarının % 94'ü, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının % 84'ü, tüm öğretmen adaylarının % 88'i modellerin gerçekleri fiziksel veya görsel olarak temsil edebileceğini ifade etmişlerdir. Modeller bilimsel olayların zihninizde bir resmini oluşturmamıza yardımcı olur görüşü büyük bir çoğunlukla kabul edilmektedir (M17). Bu madde, zihinsel modellerin varlığını vurgulamaktadır. Yani öğretmen adayları modelin temsil ettiği gerçekle ilgili olarak zihinde yeni düzenlemeler yapıldığı ve bunun da temsil edilen gerçeğe çeşitli bakış açıları ile değerlendirmeye olanak sağladığının bilincindedirler. Modeller, betimleyici veya açıklayıcı olabilir [5]. Sınıf öğretmeni

adaylarının % 78'i, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının % 73'ü, tüm öğretmen adaylarının % 76'sı verdikleri cevaplara paralel olarak, diyagramların, resimlerin, haritaların, grafiklerin veya fotoğrafların birer model olarak nitelendirilebileceğini savunmuşlardır (M20). Fakat unutmamak gerekir ki, hiçbir bilimsel model temsil ettiği gerçeğe doğrudan etkileşmez ve bu nedenle fotoğraflar model olarak nitelendirilmezler [4]. Fakat M20, öğretmen adaylarının bu ayrımı yapıp yapamadıkları konusunda bir fikir veremediği için bu konuda bir yargıya varılamamıştır.



Şekil 4.3 Açıklayıcı Araçlar Olarak Modeller ile ilgili Öğretmen Adayı Görüşleri

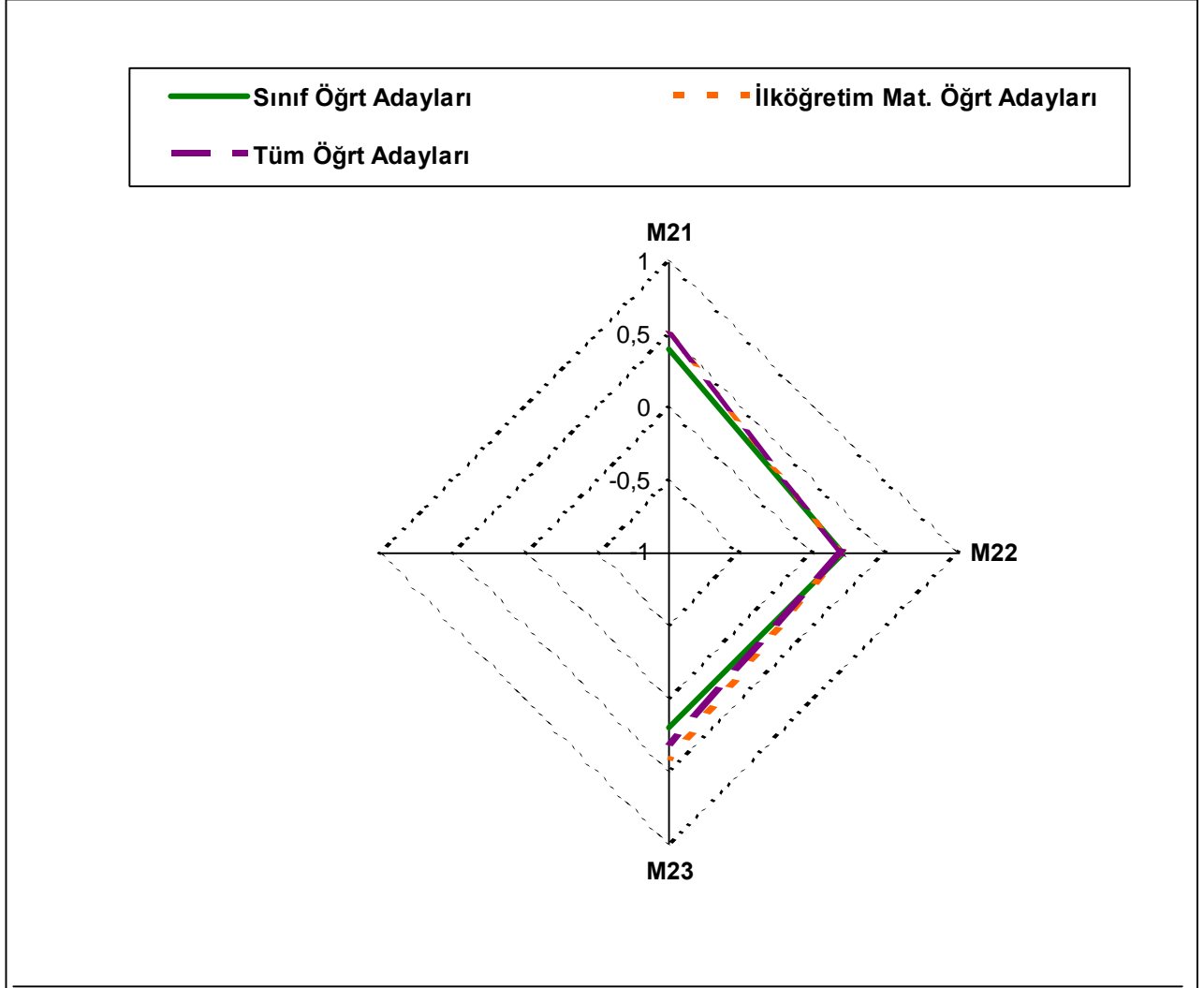
Tablo 4.4 Bilimsel Modellerin Kullanımı ile İlgili Öğretmen Adayı Görüşleri

		Sınıf Öğretmeni Adayları		İlköğretim Matematik Öğretmeni Adayları		Tüm Öğretmen Adayları	
		A ⁺	D ⁻	A ⁺	D ⁻	A ⁺	D ⁻
M21	Modeller, bilimsel olaylar hakkındaki fikir ve teorilerin formüle edilmesine yardımcı olmak için kullanılır.*	60	18	65	14	62	16
M22	Modellerin bilimsel araştırmalarda nasıl kullanıldıklarını göstermek için yine modeller kullanılır.*	39	21	35	19	37	20
M23	Modeller, bir bilimsel olay hakkında tahminde bulunmak ve tahminleri test etmek için kullanılır.*	39	21	57	14	48	17

* ilgili satırlardaki yüzde toplam sonuçlarının 100 olmaması, geriye kalan yüzde toplamının kararsız görüş belirten öğretmen adaylarının olduğunu ifade etmektedir.

Bu gruptaki maddelere (M21-M23) verilen cevapların ortalama değerleri, bilimsel modellerin neden kullanıldığı konusunda sınıf öğretmeni adayları ve ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının yeterli bilgiye sahip olduğu sonucuna götürmektedir. Ancak modellerin bilimsel araştırmalarda nasıl kullanıldığını göstermek için yine modeller kullanılır (M22) fikrine sınıf öğretmeni adaylarının % 21'inin, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının %14'ünün katılmaması ve bununla birlikte sınıf öğretmeni adaylarının %40'ının ve ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının % 29'unun kararsız kalması modellerin tabiatı hakkında büyük bir çoğunluğun sıkıntı yaşadığını göstermektedir. Çünkü Tregaust (2002) tarafından yapılan model sınıflandırılması dikkate alındığında, modellerin araştırmalarda nasıl kullanıldıklarını göstermek için yine modellere ihtiyaç duyulacağı kesindir [63]. Bu ihtiyacı kabul edenlerin oranı ise düşüktür. Yine madde 23'e, sınıf öğretmeni adaylarının % 39'u, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının % 57'si, tüm öğretmen adaylarının % 48'i katılırken, sınıf öğretmeni adaylarının % 40'ı, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının % 29'u, tüm öğretmen adaylarının ise %

35'inin bu maddede kararsız görüş bildirmesinin de modellerin bir bilimsel olay hakkında tahminde bulunmak ve tahminleri test etmek için kullanılacağı konusunda öğretmen adaylarının sıkıntı yaşadığı sonucuna götürmektedir.



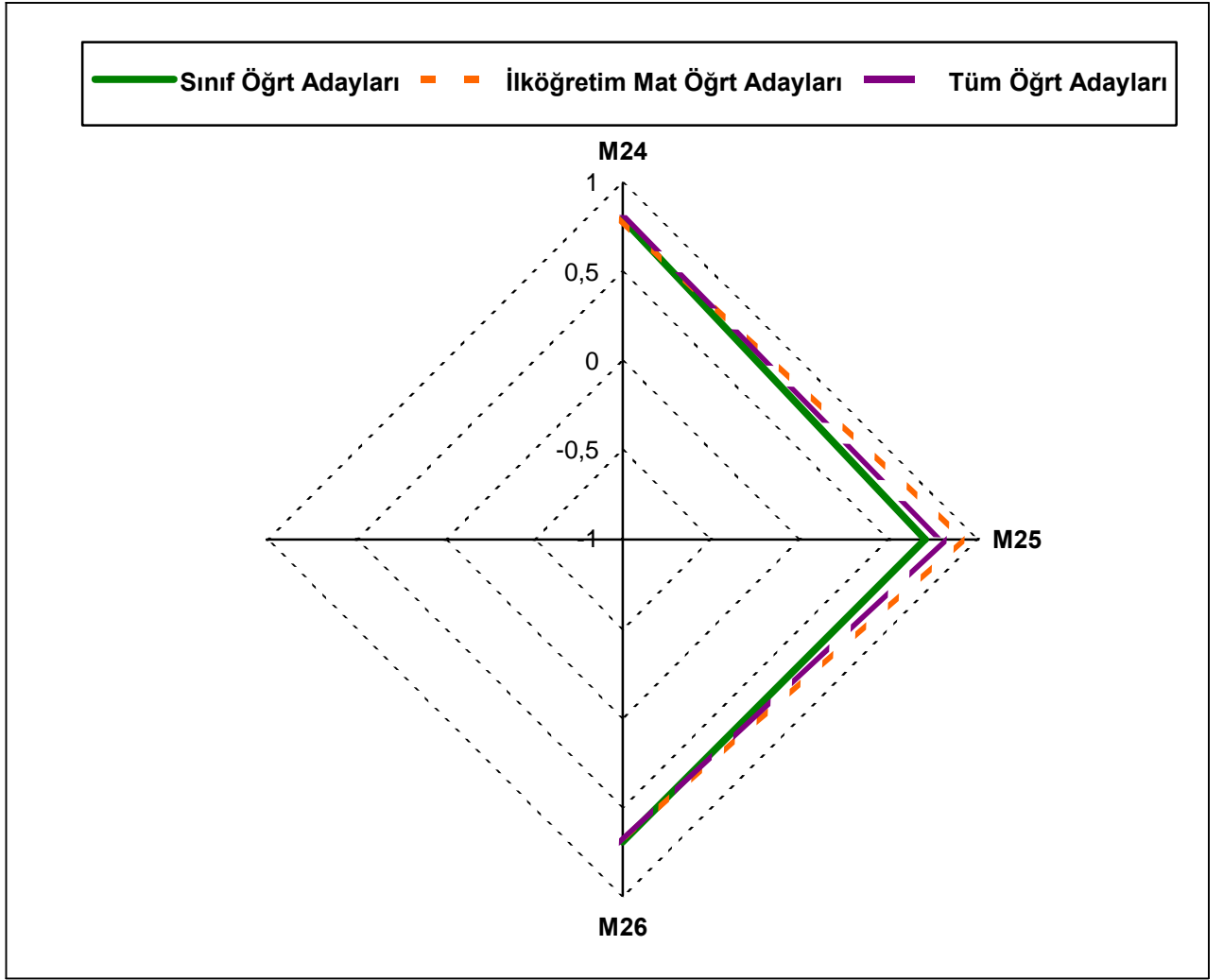
Şekil 4.4 Bilimsel Modellerin Kullanımı ile İlgili Öğretmen Adayı Görüşleri

Tablo 4.5 Modellerin Yapısının Değişimi ile İlgili Öğretmen Adayı Görüşleri

		Sınıf Öğretmeni Adayları		İlköğretim Matematik Öğretmeni Adayları		Tüm Öğretmen Adayları	
		<i>A</i> ⁺	<i>D</i> ⁻	<i>A</i> ⁺	<i>D</i> ⁻	<i>A</i> ⁺	<i>D</i> ⁻
M24	Yeni teori veya olaylar farklı olguları doğruluyorsa bir model değişebilir.*	90	6	82	3	78	5
M25	Yeni buluşlar olursa bir model değişebilir.*	88	9	94	3	91	5
M26	Verilerde veya inançlarda değişiklik olursa bir model değişebilir.*	79	9	79	8	89	8

* ilgili satırlardaki yüzde toplam sonuçlarının 100 olmaması, geriye kalan yüzde toplamının kararsız görüş belirten öğretmen adaylarının olduğunu ifade etmektedir.

Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu elde edilen yeni bilgiler doğrultusunda modellerin değişebileceği görüşünü paylaşmaktadırlar (M24-M25-M26). Bu durum, öğretmen adaylarının modelleri durağan gerçekler olarak algılamadıklarına ve ihtiyaç duyuldukça modellerin değiştirilebileceğinin farkında olduklarına işaret etmektedir. Fakat sadece M24’de belirtilen yeni teori veya olaylar farklı olguları doğruluyorsa bir model değişebilir ile ilgili olarak öğretmen adaylarının % 17’sinin kararsız kalması, modellerin hangi durumlarda yenilenebileceği, değiştirilebileceği konusunda az da olsa bazı eksiklikleri olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.5 Modellerin Yapısının Değişimi ile İlgili Öğretmen Adayı Görüşleri

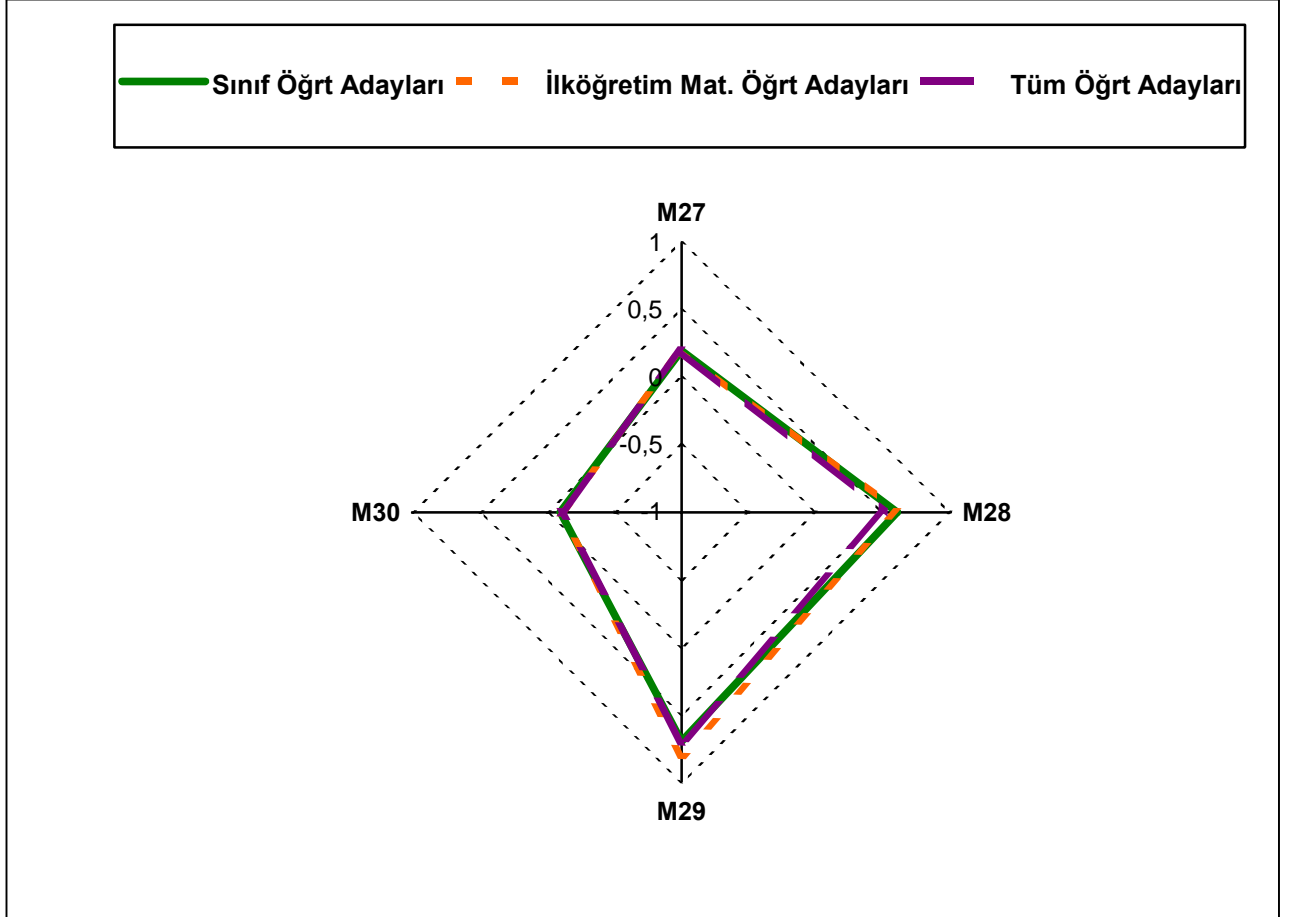
Tablo 4.6 Model Örnekleri ile İlgili Öğretmen Adayı Görüşleri

		Sınıf Öğretmeni Adayları		İlköğretim Matematik Öğretmeni Adayları		Tüm Öğretmen Adayları	
		A ⁺	D ⁻	A ⁺	D ⁻	A ⁺	D ⁻
M27	Teori oluştururken modeller kullanılır.*	36	18	35	19	36	20
M28	Tablo, formül, kimyasal sembol ve şema birer modeldir.*	76	18	67	5	71	12
M29	Maket ve oyuncak birer modeldir.*	85	6	84	3	83	5
M30	Newton kanunları, Arşimet prensibi, Evrim teorisi ve Pisagor teoremi birer modeldir.*	30	42	24	29	26	36

* ilgili satırlardaki yüzde toplam sonuçlarının 100 olmaması, geriye kalan yüzde toplamının kararsız görüş belirten öğretmen adayları olduğunu ifade etmektedir.

Model örnekleri ile ilgili olarak görüşlere bakıldığında sınıf öğretmeni adaylarının % 36'sı, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının % 35'i, tüm öğretmen adaylarına bakıldığında ise % 36'sı teorilerin oluşturulmasında modellerin kullanıldığını kabul etmektedirler. Fakat sınıf öğretmeni adaylarının % 46'sı, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının % 56'sı, tüm öğretmen adaylarının ise % 44'ü bu konuda kararsız olması bu maddeyle ilgili olarak öğretmen adaylarının net bir fikirleri olmadığı ve bu hususta bazı eksiklikleri olduğunu göstermektedir. Yine sınıf öğretmeni adaylarının % 76'sı, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının % 67'si ve tüm öğretmen adaylarının % 71'i tablo, formül, kimyasal sembol ve şemanın birer model olduğunu kabul etmektedirler (M28). Bununla birlikte, 'Newton kanunları, Arşimet Prensibi, Evrim teorisi ve Pisagor teoremi birer modeldir.' fikrini sınıf öğretmeni adaylarının % 30'u, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının % 24'ü, tüm öğretmen adaylarının % 26'sının kabul etmesine karşın sınıf öğretmeni adaylarının % 42'si, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının % 29'u tüm öğretmen adaylarının % 36'sı bu fikri reddetmektedir (M30).

Model Örnekleri grubundaki anket maddelerinden elde edilen veriler, öğretmen adaylarının belirgin bir kısmının model örneklerinin neler olduğu konusunda yeterli bilgiye sahip olmadığını göstermektedir.



Şekil 4.6 Model Örnekleri ile İlgili Öğretmen Adayı Görüşleri

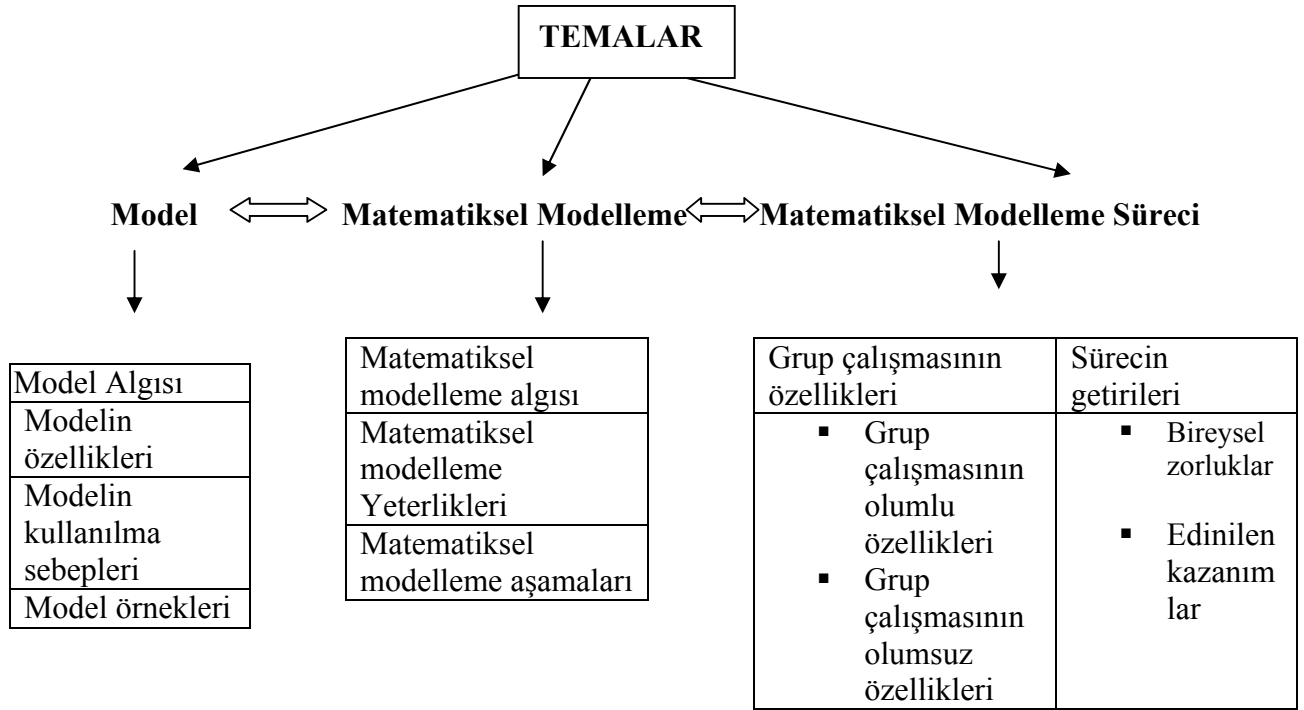
Öğretmen adaylarının modeller ve modelleme ile ilgili olarak oluşturulmuş alt başlıklardaki görüşleri doğrultusunda hazırlanan radar grafiklerinde sunulan verileri şöyle özetlenebilir. Herhangi bir olgu için tasarlanmış alternatif modeller, açıklanmak istenen olgu için değişik bakış açıları ve fiziksel görünümler sağlayabilmektedir genel görüşüne, büyük oranda katılım gerçekleşmiştir. Fakat öğretmen adayları, modeller ile modelin temsil ettiği gerçekler arasında paylaşılan özellikler bulunabileceği gibi paylaşılmayan özelliklerin de bulunacağına çok fazla dikkat etmemişlerdir.

Öğretmen adayları, modelle gerçek nesne arasındaki bağlantıyı kurmada çoğunlukla kararsız kalmışlardır. Bunun sebebi olarak da, öğretmen adaylarının modellerin gerçekle yüzde yüz aynı olması gerektiği görüşünü benimsemesinden kaynaklanmaktadır. Öğretmen adayları, genel olarak betimleyici ve açıklayıcı araçlar olarak modellerin rolünün farkındadırlar.

Anket maddelerindeki bilimsel modellerin neden kullanıldığı konusunda öğretmen adayları, yeterli bilgiye sahip olmakla birlikte modellerin bilimsel araştırmalarda nasıl kullanıldığını göstermek için yine modellerin kullanılacağı konusunda sıkıntı yaşamışlardır. Yine anket sonuçlarına göre, öğretmen adaylarının modelleri durağan gerçekler olarak algılamadıkları ve ihtiyaç duyuldukça modellerin değiştirilebileceğinin farkında oldukları görülmüştür.

4.1.2 Görüşme Kayıtlarının Analizi

Öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmeler ve literatür taranarak elde edilen veriler üç ana temaya ayrılmıştır. Bu ana temalar, model, matematiksel modelleme, matematiksel modelleme süreci olmak üzere belirlenmiştir. *Model* ise, kendi içinde model algısı, modelin özellikleri, modelin kullanılma sebepleri ve model örnekleri olmak üzere alt temalara ayrılmıştır. *Matematiksel modelleme* ise, matematiksel modelleme algısı, matematiksel modelleme yeterlikleri ve aşamaları olmak üzere alt temalara ayrılmıştır. *Matematiksel modelleme süreci* de kendi içinde, grup çalışmasının özellikleri ve sürecin getirileri olmak üzere iki alt temaya ayrılmıştır. Grup çalışmasının özellikleri, olumlu ve olumsuz özellikler olmak üzere, sürecin getirileri ise yaşanan bireysel zorluklar ve edinilen kazanımlar açısından incelenmiştir.



Şekil 4.7 Temalar ve Alt Temaların Ayrılışı

4.1.2.1 Model

Öğretmen adaylarıyla uygulama sonrasında yapılan görüşmelere içerik analizi uygulandığında model teması ile elde edilen alt temalar; model algısı, modelin özellikleri, modelin kullanılma sebepleri ve model örnekleridir. Bu alt temalara ait değerlendirmeler aşağıda sunulmuştur

Tablo 4.7 Model Algısı Açısından Frekans Dağılımı

Model algısı (Kodlamalar)	Frekansı	Frekansı
	S.Ö	İ.Ö.M
Soruna ya da problemlere çözüm üretme	3	-
Kabataslak hali	3	-
Bilgilerin akılda kalmasını sağlayan şeyler	2	1
Herhangi bir konu hakkındaki örnek	-	6
Şekil, şema	1	2
Anlaşılır hale getiren	2	1
Gerçeğe benzeyen şekiller	6	-
Toplam	17	10

Model algısında baskın karakterler; herhangi bir konu hakkındaki örnek, şekil, şema, anlaşılır hale getiren ve gerçeğe benzeyen şekillerdir. Gerçeğe benzeyen şekiller ifadesini sınıf öğretmeni adaylarından altı kişinin söyleyip, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının söylememesi de çarpıcı bir durumdur. Genel olarak bakıldığında, sınıf öğretmeni adaylarının model algısı alt temasıyla ilgili daha fazla görüş belirttiği açıktır. Öğretmen adaylarının model algısıyla ilgili belirttikleri diğer görüşler aşağıda sunulmuştur:

- Dersi açıklamaya yönelik görüntü
- Maket
- Konu öğretmedeki nesnelere
- Yardımcı araçlar
- Probleme çözüm bulmak için ulaşılan çözüm
- Yöntem
- Bilimin ortaya koyduğu görüş
- İstenilen özellikler
- Belli kalıplar
- Strateji belirlemenin bir çeşidi

Öğretmen adaylarının görüşme sırasında model algısıyla ilgili belirttikleri görüşleri aşağıda sunulmuştur:

‘...aslında dünya modelini düşündüğümüzde modelin kendisi dersi açıklamaya yönelik olduğundan görüntü olarak hem dünyanın şeklini ortaya çıkarmak hem de ülkeleri görmek için ders bakımından yarar sağlarken ben yine problemlere çözüm bulma daha doğrusu bir probleme sahibiz, bunun çözümü olarak geliyor modeller...’ (S.Ö 1 nolu aday)

‘...model bize bir çözüm, çözüm yolu üretmiş oluyor. Yani bir probleme çözüm buldu. Mesela Pisagor teoremi...’ (S.Ö 2 nolu aday)

‘...ilk aklıma gelen gerçeğin benzeri, ama aynıysa değil. Gerçeğe benzeyen şekiller, şemalar. Hücre modeli falan diyoruz ya, onun gibi sadece benziyor ama aynıysa olamıyor...’ (S.Ö 7 nolu aday)

‘...bir şeyin daha orijinalinin yapılmadan kabataslak hali. Ya da gerçeğine yakın hali diyebiliriz. Tam olarak orijinali değil de gerçeğine yakın hali aklıma geliyor...’ (S.Ö 9 nolu aday)

‘...model deyince mesela denklem, matematiksel denklemler olabilir. Bir probleme çözüm bulmak için ulaşılan çözümdür...’ (S.Ö 10 nolu aday)

‘...biraz daha bilgileri somutlaştırmak, gerek hal ve hareketlerimizle, gerek örneklerle olsun daha somut hale getirmek, öğrencilerin daha çok akılda kalmasını sağlayan şeyler olarak söyleyebilirim...’ (İ.Ö.M 2 nolu aday)

‘...model deyince şekil geliyor aklıma, şekil olabilir, yöntem olabilir, birinin ortaya koyduğu görüş olabilir veya bir problemin çözümünde formül gibi bir şey olabilir...’ (İ.Ö.M 3 nolu aday)

‘...matematiksel ilişkileri göstermede, bir strateji belirlemede modellerden yararlanıyoruz...’ (İ.Ö.M 9 nolu aday)

‘...yine matematik derslerinde kullandığımız formüller, denklemler de birer modeldir..’ (İ.Ö.M 10 nolu aday)

Öğretmen adaylarının model algısıyla ilgili görüşlerine baktığımızda yoğunlaştıkları noktalar, gerçeğine benzeri, fakat aynısı değil, denklemler, şekil, formüller şeklindedir. Özellikle öğretmen adaylarından birkaçının gerçeğin benzeri fakat aynısı değil şeklindeki detayı literatürün de üzerinde durduğu durumdur.

Tablo 4.8 Modelin Özellikleri Açısından Frekans Dağılımı

Modelin Özellikleri (Kodlamalar)	Frekansı	Frekansı
	S.Ö	İ.Ö.M
Kalıcı öğrenmeye yardımcı	2	1
Bilgileri somutlaştırma	-	2
Görsellik katma	3	-
Etkili	1	2
Gerçeğine benzeme	6	-
Algılamada kolaylık	-	3
Toplam	12	8

Modelin özellikleri alt temasındaki baskın karakterleri; gerçeğine benzeme, kalıcı öğrenmeye yardımcı olması ve görsellik katma şeklindedir. Yine sınıf öğretmeni adaylarının bu alt temayla ilgili daha çok görüş belirttiği açıktır. Öğretmen adaylarının modelin özellikleriyle ilgili belirttikleri diğer özellikler aşağıda sunulmuştur:

- Matematiksel ilişkileri gösterme
- İlgi çekici olma

Öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerde, adayların modelin özellikleriyle ilgili ifade ettikleri görüşler aşağıda sunulmuştur:

‘...modellerin görsellik katması lazım olaya, aynı zamanda ilgi çekici olması lazım.’ (S.Ö 5 nolu aday)

‘Gerçeğe birebir benzemese de gerçeğe yakın olarak düşünüyorum ben. Gerçeğine yakın olan şeyler.’ (S.Ö 8 nolu aday)

‘...Öğrenmenin kalıcı hale gelmesinde kullandıklarımızdır.’ (S.Ö 11 nolu aday)

‘Model biraz daha bilgileri somutlaştıran, öğrencilerin aklında daha çok kalmasına yarayan...’ (İ.Ö.M 2 nolu aday)

‘...yani hücre modelini gördüğümde, vücudumuzdaki hücreleri göremesem de yapısını algılayabiliyorum, o zaman algılamada kolaylık önemli bir özellik.’
(İ.Ö.M 10 nolu aday)

Öğretmen adaylarının görüşlerinden yola çıkarak modelin onlar için en önemli özelliği, bilgileri somutlaştırarak, kalıcılığını arttırmak ve böylece bu bilgileri algılamada kolaylık sağlamasıdır.

Tablo 4.9 Model Örnekleri Açısından Frekans Dağılımı

Model Örnekleri (Kodlamalar)	Frekansı	Frekansı
	S.Ö	İ.Ö.M
DNA modeli	3	-
İnsanın maket modeli	2	1
İyi öğretmen,insan modeli	-	3
Eğitimde öğrenme modelleri	2	1
Dünya modeli	4	-
Grafikler	3	-
Uçak modeli	2	-
Hücre modeli	3	1
Denklem, matematiksel denklem, formül	1	2
Kıyafet modeli	1	2
Toplam	21	10

Model örneklerindeki baskın karakterler; DNA modeli, dünya modeli, insanın maket modeli, hücre modeli ve kıyafet modelidir. Yine eğitim derslerinden öğretmen adaylarının aklında kalan eğitimde öğrenme modelleri de verdikleri örnekler arasındadır. Öğretmen adaylarının model örnekleriyle ilgili belirttikleri diğer örnekler aşağıda sunulmuştur:

- Bloom’un Tam Öğrenme modeli
- Araba modeli
- Pisagor teoremi
- Maket arabalar
- Newton Kanunu
- Haritalar
- Göz modeli
- Örnek bir çizim
- Kesirlerde toplama modeli

Öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerde, adayların model örnekleri ile ilgili ifade ettikleri görüşler aşağıda sunulmuştur:

‘...derslerden ilk aklıma gelen şey, dünya modelidir. Maket veya haritalar da olabilir...’ (S.Ö 3 nolu aday)

‘...mesela Pisagor Teoremi de model değil mi? Ankette de geçiyordu hatta...’ (S.Ö 1 nolu aday)

‘...duyu organlarının büyütülmüş halleri olanlar aklıma geliyor model örneği olarak. Göz modeli vardı mesela. Göz olduğundan daha büyük görünüyordu.’ (S.Ö 4 nolu aday)

‘...gerçeğe yakın olan, onu andıran. Hücre modeli falan diyoruz ya, onun gibi bir şey model. Sadece benziyor ama aynısı olamıyor.’ (S.Ö 7 nolu aday)

‘Mesela model olarak, insanın iç organlarını gösteren insanın maket modelini gösterebiliriz....DNA, hücre modeli bunların hepsi model olarak kullandıklarımızdır.’ (S.Ö 11 nolu aday)

‘...yani eğitim derslerinde bahsi geçen eğitimde öğrenme modelleri vardı. Onlar geliyor aklıma. Bloom’un Tam Öğrenme modeli gibi.’ (İ.Ö.M 3 nolu aday)

‘...şekil olabilir, yöntem olabilir, birinin ortaya koyduğu görüş olabilir. Veya bir problemin çözümünde formül gibi bir şey olabilir.’ (İ.Ö.M 1 nolu aday)

‘...şema, grafik de bir model olabilir. Yine matematik derslerinde kullandığımız formüller, denklemler de birer modeldir.’ (İ.Ö.M 10 nolu aday)

Öğretmen adaylarının model örnekleri olarak ilk aklına gelenlerin dünya modeli, göz modeli, hücre modeli, DNA modeli olması onların ilköğretim birinci kademedен itibaren başlayıp fen bilgisi derslerinde bunları kullanıyor olmalarından kaynaklanabilir. Yine öğretmen adaylarının Pisagor teoremi ve Newton Kanunu

örnek olarak vermesi ve ankette de geçiyor demesi, anketteki maddelere dikkat ettiğini ve matematiksel model hakkında fikir edindiği söylenebilir.

Tablo 4.10 Model Kullanma Sebepleri Açısından Frekans Dağılımı

Model Kullanma Sebepleri (Kodlamalar)	Frekansı	Frekansı
	S.Ö	İ.Ö.M
Görsellik katmak	6	2
Kalıcılığı arttırmak	7	6
Konunun (kavramın) daha iyi anlaşılması	2	5
Somut hale getirmek	5	7
Hatırlamayı kolaylaştırma	2	2
Öğrenmeyi kolaylaştırma	2	2
Pekiştireç görevi	1	3
Gerçeğe yakın halini görebilmek	2	2
Zihinde fikir oluşmasına yardımcı olma	1	4
Yorum getirip tartışabilmek için	-	2
Eksik olan yönleri gidermek	-	3
Fark edilmeyen detayları daha iyi görebilmek	1	2
Toplam	29	40

Modelin kullanılma sebeplerindeki baskın karakterler; görsellik katmak, kalıcılığı arttırmak, konunun (kavramın) daha iyi anlaşılması, somut hale getirmek, zihinde fikir oluşmasına yardımcı olma, modellerin pekiştireç görevi ve gerçeğe yakın halini görebilme fırsatı vermesidir. Öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerden model kullanma sebepleriyle ilgili olarak belirttikleri diğer görüşler aşağıda sunulmuştur:

- Bütün içinde bütünün alt birimleri ile olan ilişkisini göstermek
- Günlük hayatı kolaylaştırmak
- Fikir-bilgi edinmek için
- Farklı zekalara hitap edebilmek
- Başarıya katkıda bulunmak
- Konu hakkındaki bilgileri geliştirme
- Fikirlerin aktarılması
- Öğretmene ve öğrenciye yol gösterici
- Problem çözmede yardımcı

- Konuya dikkati sağlama

- Kavram yanlışlarını önleme

Öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerden elde edilen görüşler aşağıda sunulmuştur:

‘...öğrencinin bütün içinde bütünün alt birimleri ile olan ilişkisini göstermek için kullanılır...’ (S.Ö 2 nolu aday)

‘Konuya dikkati sağlamak için, öğrenmeyi kolaylaştırıyor, kalıcılığı sağlıyor. Pekiştireç görevi de görüyor aslında...’ (S.Ö 5 nolu aday)

‘...gerçekleri çocuklara gösteremeyeceğimiz için hani en azından tamamen gerçeğini göremiyorlar. Rahat bir şekilde gerçeğe yakınına görsünler diye. Olayı somut hale getirmek, görselleştirmek için modelleri kullanmak gerekiyor sanırım...’ (S.Ö 8 nolu aday)

‘...Her model öğrenmeyi kolaylaştırır. İnsan fikir edinir en azından, yapılacak ya da öğrenilecek şey hakkında...’ (S.Ö 9 nolu aday)

‘...mesela çocuklarda kavram yanlışları çok fazla. Sözel olarak anlattığınızda öğrencilerde farklı şeyler oluşabilir, söylemek istenilenden farklı olarak. Ama modelle anlatıldığında bunun önüne geçilebilir, böylelikle kavram yanlışlarını önlemiş oluruz...’ (S.Ö 11 nolu aday)

Öğretmen adaylarının görüşleri dikkate alındığında bir modelin, betimleyici veya açıklayıcı rol üstlenmesi, model kullanmadaki önemli nedenlerden biridir.

4.1.2.2 Matematiksel Modelleme

Matematiksel modelleme teması, matematiksel modelleme algısı, matematiksel modelleme yeterlikleri ve matematiksel modelleme aşamaları olmak üzere üç alt temaya ayrılmıştır.

Tablo 4.11 Matematiksel Modelleme Algısı Açısından Frekans Dağılımı

Matematiksel Modelleme Algısı (Kodlamalar)	Frekansı	Frekansı
	S.Ö	İ.Ö.M
Veriler doğrultusunda sonuca ulaşmaya çalışma	1	2
Matematiksel denklem yazma	2	2
Formülize etmek (Formül çıkarmak)	5	5
Genelleme yapma	1	2
Veriler arasında bağıntı kurma	3	3
Yorum yapma-sonuç çıkarma	1	3
Gerçeğe yakın bir şey elde etme	2	1
Verileri matematiksel ifadelerle dökme	2	2
Değişkenler arasındaki ilişki	2	2
Şekil-şema oluşturma	2	1
Çözüm için sayısal bir yol	1	2
Oran- orantı bulma	1	2
Toplam	23	27

Matematiksel modelleme algısındaki baskın karakterler; matematiksel denklem elde etme, formülize etmek (formül çıkarma), genelleme yapma, veriler arasında bağıntı kurma, yorum yapma-sonuç çıkarma, verileri matematiksel ifadelerle dökme, değişkenler arasındaki ilişki ve şekil-şema oluşturmadır. Matematiksel modelleme algısıyla ilgili öğretmen adaylarının en çok zihinlerinde yer eden fikir, formülize etmek olmuştur. Bunun sebebinin yaptıkları etkinliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Öğretmen adaylarının yapılan görüşmeler sırasında matematiksel modelleme algısındaki belirttikleri diğer görüşler aşağıda sunulmuştur:

- Sayıları ve matematiği kullanma
- Problemleri çözmeye kullanılan yöntem
- Verilerle problem çözme
- Günlük hayata ait sayısal ifadeler elde etme
- Mantıksal çıkarımlar yapma
- Yapı oluşturma
- Matematiksel sonuçlara ulaşma

Öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerden elde edilen görüşler aşağıda sunulmuştur:

‘...Matematiksel modelleme, kendi alanı içinde sayıları ve matematiği kullanabiliyor. Denklem çıkabiliyor bu işlemin içinde...’ (S.Ö 1 nolu aday)

‘...genel anlam, yorum çıkarabilmek için de bir tane, birkaç tane veri yetmiyormuş, çok fazla veriye ihtiyaç var. Onların bir grafiğini yapmıştık. Buradan matematiksel bir şeyler, denklem yazmaya çalıştık.’ (S.Ö 4 nolu aday)

‘...sayının olmadığı, günlük hayata ait bir şeyden sayısal ifadeler elde etmek...’ (S.Ö 5 nolu aday)

‘Modelleme şekil oluşturma, şema oluşturma, grafik oluşturma bunu formüle etmedir. Matematiksel modellemede sayılar var, sayılar geçiyor. Orantı bulunuyor, mesela bu bir matematiksel modellemedir.’ (S.Ö 7 nolu aday)

‘...Matematiksel modelleme daha çok işleme dayalı, formüllerin olduğu modellemedir.’ (S.Ö 9 nolu aday)

‘...yani çözümü modellemek de matematiksel modelleme oluyor. Çözüm için sayısal bir yol çiziyoruz. Sayısal verileri kullanarak uygun bir bağıntı bulmak çözüme dair.’ (S.Ö 10 nolu aday)

‘Elimizdeki verileri, yaptığımız problemlerde olduğu gibi matematiksel olarak işlemlere dökmek, onların arasında bir bağlantı kurmak, mantıksal çıkarımlar yapmak, ilişki kurmak ve yapı oluşturmak gibi...’ (S.Ö 11 nolu aday)

‘...bir şeyleri matematiksel ifadelere döküebilmek ve daha çok kolaylaştırabilmek işi, daha çabuk bulabilmek için, net ifadeler elde etmek için sayısalara döktük olayı, daha kolay sonuç çıkaralım diye.’ (İ.Ö.M 2 nolu aday)

‘...Eldeki verileri kullanarak bütün bir şey haline getirmek, denklem elde etmek, yani elimizde birtakım veriler vardı, biz bu verileri kullanarak denklem oluşturduğumuza göre eldeki verilerin birleştirilerek denklem haline getirilmesi diyebiliriz.’ (İ.Ö.M 4 nolu aday)

‘Günlük hayattaki gerçeklerle ilgili en uygun tahminleri yapabilmek, en yakını bulmak.’ (İ.Ö.M 7 nolu aday)

‘...verileri toplayıp, bu veriler ışığında grafik oluşturduk. Grafik üç aşağı beş yukarı bize tahminde bulunmamıza yardımcı olur. Buradan bir denklem bulabiliriz. Veriler arasındaki ilişki bize matematiksel modellemeyi veriyor.’ (İ.Ö.M 8 nolu aday)

‘...matematiksel modellemede sayılar var, değişkenler var. Bunları grafiğe, şemaya dökmek ya da bunları tabloya aktarmak, bunların neticesinde bir bağlantı bulmak.’ (İ.Ö.M 10 nolu aday)

Matematiksel modelleme, sistemleri tanımlamakta, açıklamakta, tahmin etmekte kullanılan sistemlerdir. Öğrencilerin nicelikleri oluşturma, kullanma, değişiklik yapma ve dönüştürmede uyguladıkları matematikselleştirme süreçlerinin ve matematikselleştirme becerilerinin kullanıldığı uygun bir platformdur.

Tablo 4.12 Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Açısından Frekans Dağılımı

Matematiksel Modelleme Yeterlikleri (Kodlamalar)	Frekans	Frekans
	S.Ö	İ.Ö.M
Ön bilgilerin yeterli düzeyde olması	2	1
Farklı bakış açılarına sahip olma	2	1
Matematik bilgi ve birikimi	9	3
Problem çözme yeteneği	2	1
Matematiksel düşünme	3	5
Yorum yapabilme	9	3
Mantıksal düşünme	3	-
Değişkenler arasında ilişki kurabilme	3	1
Tahmin etme becerisi	-	3
Analiz edebilme	1	4
Matematiği günlük hayatla ilişkilendirebilme	1	2
Toplam	35	24

Matematiksel modelleme yeterliklerindeki baskın karakterler; konuyla ilgili ön bilgilerin yeterli düzeyde olması, matematik bilgi ve birikimi, yorum yapabilme,

matematiksel düşünme, mantıksal düşünme, değişkenler arasında ilişki kurabilme, analiz edebilme, tahmin etme becerisi, grafik bilgisi ve matematiği günlük hayatla ilişkilendirebilmedir. Öğretmen adaylarının matematik bilgi ve birikimi, yorum yapabilmeyi öne çıkarmasının sebebi olarak, kendilerinin etkinlikleri yaparken çalışmanın bu kısımlarında zorluk yaşamış olmalarından kaynaklanabilir. Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinde belirttikleri diğer görüşler aşağıda sunulmuştur:

- Okuduğunu anlama
- Analitik düşünce
- Verileri ayrıştırabilme
- Araştırma yapma
- Kıyas yapabilme
- Kalıplaşmış bilgilerin dışına çıkabilme
- Mantıksal çıkarımlar yapma
- Verileri değerlendirebilme
- Sonuç çıkarabilme

‘...problemin üzerinde düşünebilmeli, olaya yorum getirebilmelidir. Kişinin daha önceki ön bilgileri yeterli düzeyde olmalı, farklı şeyler söylemelidir...’ (S.Ö 1 nolu aday)

‘Problem çözebilme yeteneği olmalı. Mesela okuduğunu çok iyi anlaması lazım. Matematiksel düşünme yeteneği olması lazım. Konu hakkında yorum yapabilmeli ve matematik bilgisi şart.’ (S.Ö 3 nolu aday)

‘... Hayatın içindeki matematiği yorumlamak, tahminler yapmak önemliydi. Kalıplaşmış bilgilerin dışına çıkmak gerekiyordu. Yani matematiği bilsen bile onu nasıl kullanacağını da iyi bilmek gerekiyordu.’ (İ.Ö.M 4 nolu aday)

‘Modelleme yeterlikleri lazım, ama önce iyice kafa yormak da şart. Matematik birikim ve bilgisinin olması da gerek. Belki bir sözelci de kafa yorsa sayısal işlem kısımlarını değil de alternatif üretme, tahmin yürütme kısmını yapabilirdi ...’ (S.Ö 10 nolu aday)

Bununla birlikte, matematiksel modelleme problemlerini çözmek için gereken yeterliklerin tek başına yeterli olmadığını belirten öğretmen adaylarının görüşleri şu şekildedir:

‘...belli bir yeterliğin olması gerekiyor tabi ama grup çalışması daha iyi oldu bence. Herkes fikrini söyleyince çalışma rahat ilerledi. Bilgi alışverişi olunca da daha iyi oldu...’ (S.Ö 5 nolu aday)

‘Matematiksel modelleme yapabilmek için çok fazla beceriye, yeterliğe sahip olmak gerekmiyor bence. İyi bir grup çalışması ve görev paylaşımıyla üstesinden gelineceğine inanıyorum.’ (İ.Ö.M 1 nolu aday)

‘Matematiksel modelleme yapabilmek için yeterlikten ziyade sabır gerekiyordu. Arada takılıp başa döndüğümüz yerler oldu, bu kısmı sabır işiydi...’ (İ.Ö.M 6 nolu aday)

‘Matematiksel modellemeyi yapabilmek için ayrıca bir beceriye, yeterliğe, bilgiye gerek olduğunu sanmıyorum, genel itibariyle yapılabilir bence...’ (İ.Ö.M 7 nolu aday)

Tablo 4.13 Matematiksel Modelleme Aşamaları Açısından Frekans Dağılımı

Matematiksel Modelleme Aşamaları (Kodlamalar)	Frekansı	Frekansı
	S.Ö	İ.Ö.M
Metni anlama (Problemi anlama)	3	5
Değişkenlerin seçimi belirlenmesi	6	5
Verilenleri ilişkilendirme	3	4
Verileri toplama	4	6
Tahminler ortaya atma (Hipotez üretme)	3	4
Tabloya Dökme, grafik oluşturma	3	3
Sonuç ortaya koyma	2	1
Denklem bulma	4	1
Baş dönmeye (cyclic)	1	2
Toplam	29	31

Matematiksel modelleme aşamalarındaki baskın karakterler; problemi anlama, değişkenlerin belirlenmesi, verilenleri ilişkilendirme, verileri toplama, tahminler ortaya atma tabloya dökme, ve son olarak grafik oluşturmadır. Öğretmen

adaylarının matematiksel modelleme aşamaları için belirttikleri diğer görüşler aşağıda sunulmuştur:

- Problemi analiz etme
- Hipotezi test etme
- Verileri kullanma

Öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerden elde edilen görüşlere göre, matematiksel modelleme aşamaları ile ilgili fikirleri aşağıda sunulmuştur:

‘...aşamalar izledik. Hatta şöyle bir aşama izledik. Herkes önce ortaya tahminler attı, işte şu şunla ilişkilidir diye. Sonra denilenlere ait ölçümler yaptık. Bunları tabloya döktük, aralarında bir uyum var mı diye baktık. Ama arada uymayanlar da oluyordu. Genel bir ifade çıkarmak için birkaç veri yeterli değildi. Topladığımız verileri tabloya ekleyip, oradan da grafiğe aktarmaya çalıştık...’ (S.Ö 4 nolu aday)

‘Önce probleme bakıyoruz, problemi anlamaya çalışıyoruz. Sonra verileri tespit etmeye çalışıyoruz. İstenen nedir onu belirlememiz gerekiyor ki, verilenleri bunlar için nasıl kullanabiliriz diye. Sonra bunlar arasında bağlantı kurmaya çalışıyoruz. Eğer formül bulabilirsek formül bulmaya çalışıyoruz. En son olarak uyup uymadığını test ediyoruz., yani kontrol yapıyoruz.’ (S.Ö 7 nolu aday)

‘Mesela ilk aşaması problemi açığa çıkarmak, anlamaktı. Problemin ne olduğunu herkes kavradıktan sonra burada ulaşılmak istenen yargı belirlenmeye çalışıldı. Bunun için eldeki veriler ne olabilirdi? Bunları belirlemek istedik. Her ne kadar değişkenleri belirlerken sıkıntı çeksek de...’ (İ.Ö.M 1 nolu aday)

‘Problemleri anlamaya çalıştık. Sonra verileri değerlendirdik. Bu veriler çerçevesinde nasıl bir şeyler oluşturabiliriz, veriler nasıl işimize yarar diye düşündük. Verilerle hipotezin doğruluğunu teyit etmeye çalışıyoruz. Eğer doğruysa teori haline gelir. Aynı şeyler bu problemler için de geçerli. Yani verilerimizi topladık. Hipotezler oluşturduk, sonra bunlarla ilgili deneme yapmadık biz tabii, gerçekten doğru mu değil mi diye, teyit etmedik yani.’ (İ.Ö.M 4 nolu aday)

‘...Olayı anlamaya çalıştık, sonra olayı analiz etmeye çalıştık. Veriler topladık, o sırada tahminler ortaya attık. Verileri tabloya döktük. Buradan bir sonuç çıkarmaya çalıştık ama bu kısımda başarısız olduk galiba.’ (İ.Ö.M 8 nolu aday)

‘Önce problemleri okuyup anlamaya çalıştık. Çünkü karşılaştığımız problemlerden farklıydılar. Problemleri yorumlamaya çalıştık. Bazen tekrar dön başa yaptık. Yeniden problemi gözden geçirmek zorunda kaldık.’ (İ.Ö.M 10 nolu aday)

Bunun yanı sıra matematiksel modelleme sürecini yaşarken süreçteki aşamalarla ilgili durumun farkında olmayan ve bunu hatırlamakta güçlük çeken öğretmen adayları da olmuştur:

‘Aşama var mıydı ya da nasıl bir sıra izledik şu an net hatırlamıyorum.’ (S.Ö 5 nolu aday)

‘...aslında belli bir aşama izlemedik gibi. Ama bence belli bir aşama izlemek gerekiyordu.’ (S.Ö 2 nolu aday)

‘Aşamaları tam olarak hatırlayamıyorum, fakat belli bir adımı takip etmek gerekiyordu. Hatta burada başa dönmek bile gerekiyordu. Tıkandığımız yerlerde ya da çeliştığımız durumda en başa döndüğümüz oldu.’ (S.Ö 12 nolu aday)

Öğretmen adaylarının katıldıkları etkinliklerde, modellemenin basitleştirme (varsayım oluşturma, değişkenleri belirleme, değişkenler arasındaki ilişkileri yapılandırma) ve matematikselleştirme (ilgili matematiksel notasyonları seçme, ilişkileri matematikselleştirme, grafik olarak sunma) aşamalarını nerdeyse her grubun gerçekleştirdiğini fakat bundan sonraki aşamalarda ise grupların nadir olarak başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının en çok üzerinde durdukları karakterler de bunlardan oluşmuştur.

4.1.2.3 Matematiksel Modelleme Süreci

Matematiksel modelleme süreci teması, grup çalışmasının özellikleri ve sürecin getirileri olmak üzere iki alt temaya ayrılmıştır. Grup çalışmasının özellikleri ise, grup çalışmasının olumlu ve olumsuz özellikleri olarak, sürecin getirileri ise süreçte yaşanan bireysel zorluklar ve edinilen kazanımlar olarak ikiye ayrılmıştır.

Tablo 4.14 Matematiksel Modellemede Grup Çalışmasının Olumlu Özellikleri Açısından Frekans Dağılımı

Olumlu Özellikler (Kodlamalar)	Frekansı	Frekansı
	S.Ö	İ.Ö.M
Farklı becerilere sahip bireylerin bir arada olması	3	1
Farklı görüşlerin ortaya atılması	4	5
Farklı bakış açılarını dinleme	3	2
Fikirlerin paylaşılması	7	2
Birbirimizin eksikliğini kapatabilme	4	3
Görev paylaşımının olması	3	4
Çözümüne hızlı ulaşma	3	2
Grupla iletişim içinde olma	2	3
Toplam	29	22

Matematiksel modellemede grup çalışmasının olumlu özellikleri açısından baskın karakterler; farklı becerilere sahip bireylerin bir arada bulunması, farklı görüşlerin ortaya atılması ve dolayısıyla farklı bakış açılarını dinleme, fikirlerin paylaşılması, gruptakilerin birbirinin açığını kapatabilmesi, çözüme hızlı ulaşabilme ve grupla iletişimin kolay sağlanması şeklindedir. Öğretmen adaylarının grupla çalışmanın olumlu özellikleri açısından belirttikleri diğer fikirleri aşağıda sunulmuştur:

- Tek başına bir şeyler üretmenin zorluğu
- Çalışmanın verimli olması
- Zaman kazanma

‘...daha verimli geçti diye düşünüyorum. Birbirimizin açığını kapatabiliyorduk. Birbirimizin iyi olmadığı konu olabiliyordu. Düşünürken,

cümleleri toplarlarken farklı şeyleri görebiliyorduk. Göremediklerimizi birbirimize söylüyorduk. Böylelikle fikirlerimizi paylaşabiliyorduk.’ (S.Ö 4 nolu aday)

‘...herkes fikrini söyleyince çalışmanın ilerlemesi açısından çok iyi oldu. Bilgi alışverişi olunca daha da iyi oldu. Senin bilmediğini karşıdaki arkadaşın bilebiliyor. Bu da çalışmadaki açıkların kapanması açısından iyi oldu tabi ki. Bunların hepsini bir araya getirince grup çalışması olumluydu. Aslında grup çalışmasında sorun yaşanır diye endişe ettim. Sen onu yaz, bunu sen yap, grafiğini sen çiz, sen verileri ayıkla derken beraber verimli bir şekilde çalıştık.’ (S.Ö 5 nolu aday)

‘...bireysel olarak yapamazdım, oldukça yorucu olurdu. Gruptan herkes farklı düşünceler ortaya attı. O düşüncelerden daha iyi bir düşünce ortaya çıktı. Hep birlikte daha iyi bir şeyler ortaya koyduk. Genelde herkes üzerine düşen sorumluluğu yerine getirmeye çalıştı. İyi bir iletişim kurduğumuzu düşünüyorum.’ (S.Ö 9 nolu aday)

‘Bireysel olarak çalışsaydım, ulaştığımız sonuca daha uzun bir zamanda ulaşabilirdim diye düşünüyorum. İş paylaşımı çok önemli. Bir de gruptaki herkesin becerileri farklı. Birinin yorum gücü iyidir, birinin matematik altyapısı kuvvetlidir. Kiminin matematiksel düşünmesi hızlıdır. İyi yorum yaptık, grup paylaşımı çok fazlaydı. Kimse düşüncelerini saklamıyordu. Açık yüreklilikle söylüyordu herkes....’ (S.Ö 10 nolu aday)

‘...ben ilk başta problemde başka şeylerin ilişkili olabileceğini düşünmüştüm. Ama bir arkadaşım başka şeylerin ilişkili olabileceğini söyledi. Ben burada kendi düşüncemden yola çıksaydım, belki sonuca daha geç ulaşırdım, belki de ulaşamazdım. Ama arkadaşlarımla düşüncesiyle bu bizim problem çözmede işimize yaradı. Ya da farklı düşünceleri deneye deneye doğru çözümü bulmaya çalıştık...’ (İ.Ö.M 1 nolu aday)

‘Tek başıma çözemezdim. Farklı bakış açıları olunca çok daha güzel çözülüyor problem. Ben sadece belli şeyleri tutturmuştum. Güzel fikirler ortaya

atmıştım, ama eksik kalan yönleri vardı. O eksik yönleri göremeyip, aynı şeylere bağlı kalıp, sadece onları düşünebilirdim...’ (İ.Ö.M 3 nolu aday)

‘...birinin dikkat edemediği bir şeyi diğer arkadaşın fark etmesi, bütün fikirlerin bir araya getirilerek üzerinde tartışılması tabii ki olumlu oluyor. Tek başıma olsaydım zorlanırdım. Bu tip çalışmalar için grup çalışmasının daha iyi olduğunu düşünüyorum.’ (İ.Ö.M 7 nolu aday)

Öğretmen adaylarının görüşleri dikkate alındığında, bir kısmının matematiksel modelleme sürecinde grup çalışması yapılmasından memnun olduğu görülmektedir.

Tablo 4.15 Matematiksel Modellemede Grup Çalışmasının Olumsuz Özellikleri Açısından Frekans Dağılımı

Olumsuz Özellikler (Kodlamalar)	Frekansı	Frekansı
	S.Ö	İ.Ö.M
Görev paylaşımının tam olmaması	4	3
Fikirleri belirtmekte çekinilmesi	2	1
Ortak çalışma zamanı ayarlama	1	2
Fikirlerin beğenilmemesi	1	2
Gürültü olması	2	2
Birbirinin görüşünü dinlememe	1	2
Fikir ayrılıkları	2	2
Yorucu olması	1	2
Derse gelmeyenlerin olması	2	1
Performansını sergileyememe	1	3
Toplam	17	20

Matematiksel modellemede grup çalışmasının olumsuz özellikleri açısından baskın karakterler; görev paylaşımının tam olmaması, fikirleri belirtmekte çekince yaşanması, ortak çalışma zamanı bulamama, çalışırken gürültü olması, fikir ayrılıkları, performansını sergileyememe ve yorucu olmasıdır. Olumsuz özellik olarak performansını sergileyememeyi dile getiren öğretmen adayları, daha çok bireysel çalışmayı seven ve bu şekildeki grup çalışmalarında kendilerini ifade edemediklerini dile getiren öğretmen adaylarıdır. Yine öğretmen adaylarının

oluşturduğu grupların, etkinlik kağıtlarını ellerine aldıklarında da sınıfta her defasında gürültülü bir ortam oluşmuştur. Bunun sebebi olarak da, problemlerin belirli bir soruya kısa bir cevap buldukları alışılmış ders problemlerinin aksine daha önce derslerde karşılaşmadıkları tarzda olması, sözel ifadelerden oluşması ve metin bölümünün biraz uzun olması onların gürültü çıkarmasına neden olmuştur. Öğretmen adaylarının grup çalışmasının olumsuz özellikleriyle ilgili olarak belirttikleri diğer görüşler aşağıda sunulmuştur:

- Grupça soruya odaklanamama
- Yükün bir kişide olması
- Birbirini ciddiye almama

Öğretmen adaylarının grup çalışmasının olumsuz özellikleriyle ilgili olarak ifade ettikleri fikirleri ise şöyledir:

‘...bu problemi tek başıma çalışmak isterdim. Daha net sonuçlara varabilirdik, daha farklı paylaşımlar olabileceği için daha farklı görüşler ortaya çıkardı. Ama işte görev paylaşımı tam olmadığı için, fikirler bazen belirtilmediği için yani herkes düşündüğünü söylemek istemediği için fikirleri paylaşamadık.’ (S.Ö 1 nolu aday)

‘Arkadaşlar çalışmaya katılmıyordu, problem için ekstra bir çaba göstermediler. Kendim uğraştım daha çok. Problemlerin de sonucunu merak ettiğim için, nereye varacağını merak ettiğimden bırakmadım. Grup arkadaşlarımdan fikir önermek isteyen bile olmadı.’ (S.Ö 3 nolu aday)

‘Görev paylaşımında değil de, arada derse gelmeyenler olduğu için bazı etkinliklerde kopmalar oldu. Bazı arkadaşlarımız da biraz hazıra konmak istediler, çalışmak istemediler...’ (S.Ö 11 nolu aday)

‘Benim için bireysel çalışma olsaydı çok daha iyi olurdu. Çalışmadan daha verimli sonuç alacağımı düşünüyordum. Grup çalışmasında bütün görevlerle ben ilgilenemiyorum, böyle olunca da benim içime sinmiyor. Diğer arkadaşların da ne kadar iyi çalışacağını ya da önem vereceğini bilmediğim için bu beni rahatsız ediyor. Ben kendim bu konuda hassasım. Bana verilen görevi en iyi şekilde yerine getirmek

isterim. Grup çalışmaları beni yoruyor, sıkıyor. Benim için her zaman birebir çalışmak daha verimli.’ (S.Ö 12 nolu aday)

‘...tek sıkıntım, farklı şeyler ortaya çıktığında bazen birbirimizi algılayamadık.’ (İ.ÖM 1 nolu aday)

‘Ben gürültüyü çok fazla sevmiyorum, grup çalışması olduğunda her kafadan bir ses çıkıyor. Genelde birbirimizi dinlemeyi bilemiyoruz. Ben daha böyle sessiz sakin çalışayım, çok fazla karışan görüşen olmasın isterim. Aynı anda çok fazla konuşma oluyor...’ (İ.Ö.M 4 nolu aday)

‘...ben grup çalışmasını pek sevmem, grupla çalışmayı sevmiyorum. Ortak çalışma zamanı ayarlamak sıkıntı oluyor. Mutlaka birisi bu çalışmaya gelmiyor, iş yükü belli kişilerin üzerinde kalıyor. Ya da sen en iyisini yapmaya çalışıyorsun ama diğer arkadaşın normal bir şey olsa yeter düşüncesindedir. Bu da kişiyi sıkıntıya sokar. Bu anlamda bireysel çalışmak daha iyi.’ (İ.Ö.M 6 nolu aday)

‘...Ama bireysel de çalışmak isterdim, soruları kendim okuyup, anlayıp üzerinde düşünüp ondan sonra sakin sakin çalışmayı isterdim. Başlangıçta grup çalışmasında ben bir fikir söylediğimde beğenmeme gibi bir durum oluştu, bu da benim canımı sıktı. Bazı arkadaşlar ciddiye almadı durumu...’ (İ.Ö.M 8 nolu aday)

Öğretmen adaylarının grup çalışmasının olumsuz özellikleriyle ilgili olarak sıklıkla dile getirdikleri görüş, grupta görev paylaşımının olmaması, grup arkadaşlarının çalışmaya katılmada istekli ve aktif olmamalarıdır. Öğretmen adayları sadece matematiksel modelleme konusunda değil genel olarak grup çalışması yapmanın onlar için verimli bir çalışma olmadığını belirtmişlerdir. Çalışmadan iyi bir sonuç almak için bireysel çalışmak isteyen öğretmen adayları da olmuştur. Literatürde matematiksel modelleme aktiviteleri için grup çalışmasının en uygun olduğu düşünülürken öğretmen adaylarının grup çalışmasıyla ilgili dile getirdikleri sıkıntılar oldukça fazladır.

Tablo 4.16 Matematiksel Modellemede Bireysel Zorluklar Açısından Frekans Dağılımı

Bireysel Zorluklar (Kodlamalar)	Frekansı	Frekansı
	S.Ö	İ.Ö.M
Karşılaşılan problemlerden farklı olması	6	4
Çok fazla değişken olması	4	1
Değişkenleri ayırt etme	3	1
Grafikten denklem yazma	3	2
Grup çalışması olması	2	3
Sözel ifadelerin fazla olması	5	1
Problemleri anlayamama	4	4
Matematik bilgisini kullanamama	3	2
Toplam	30	18

Matematiksel modellemede bireysel zorluklar açısından baskın karakterler; öğretmen adaylarının karşılaştıkları problemlerden farklı olması, problemlerde çok fazla değişkenlerin yer alması, değişkenleri ayırt etmede güçlük, grup çalışması yapılması, problemleri anlayamama ve matematik bilgisini kullanamamadır. Öğretmen adaylarının özellikle ayak izi problemi etkinliğinde problemle ilgili grafik çizmelerine rağmen, grafikten sonraki kısma geçmeyi başaran grupların az olduğu gözlenmiştir. Yine voleybol problemi etkinliğinde de dile getirilen sıkıntının, problemde çok fazla değişkenin yer alması ve çok uzun olmasıdır. Öğretmen adaylarının bireysel zorluklarla ilgili olarak belirttikleri diğer görüşler aşağıda sunulmuştur:

- Hazırda veriler olmaması
- Problemlerin çok uzun olması
- Hedefi belirleyememe
- Değişkenleri yorumlayamama

Öğretmen adaylarının etkinlikler sırasında yaşadıkları bireysel sıkıntılarla ilgili dile getirdikleri düşünceler şöyledir:

‘...grup çalışması olduğu için biraz kopukluklar oluyor. Grup içinde tartışılırken soruya odaklaşamıyorsunuz. Herkes bir şeyler söylüyor, bu yüzden de zor oluyor. Ortada veri olmadığı için ortada gözle görülür bir şey olmadığı için

kendim üretmek zorundayım. O yüzden zorlandım. Net bir şeyleri kendim ortaya koymam gerekiyordu. O verileri ortaya koyarken zorlandım.’ (S.Ö 1 nolu aday)

‘...grafikten nasıl denklem çıkaracağım konusunda matematik öğretmenliği bölümünde okuyan bir arkadaştan yardım aldım. Mesela doğru orantılı demiştik ya ama o orantının herkeste nasıl olduğunu göstermek için matematiksel olarak nasıl ifade edileceğini göstermede zorlandım. Yani matematik bilgisi kısmında zorluk çektim. Etkinliklerle karşılaştığımızda, sözel ifadelerden nasıl matematiksel bir şeyler bulacağız diye endişe ettim, bocaladım. Karşılaştığım problemler tipinde değildi etkinlikler.’ (S.Ö 3 nolu aday)

‘İlk başlarda soruları anlamadım. Sorulardaki hedefin ne olduğunu anlayamadım. Verileri oluştururken ve grafiğe dökerken sıkıntı çektim. Grafikten denklem yazma konusunda özellikle çok zorlandım. Tek başıma olsam altından kalkamazdım.’ (S.Ö 7 nolu aday)

‘...sadece düşünmek yetmedi. Çok düşünmek ve hatta iyi düşünmek gerekiyormuş. Düşünürken zihnen yoruldum...’ (S.Ö 9 nolu aday)

‘Güçlükler çok oldu. Problemleri anlama konusunda zorlandım. Sözel ifadelerden nasıl matematiksel bir şeyler çıkacak diye düşündüm. Bir de böyle biz ders kitaplarındaki kısa problemlere alıştık. Yani okurken problemin sonunu unutmuyorduk. Ama problemlerin çok uzun olması beni yordu açıkçası. Paragraf şeklinde olması ürküttü beni. Aşına olduğum problemler tarzında değildi. Bilinmeyenler vardı, ama sanki onların içinde de bilinmeyenler vardı.’ (S.Ö 10 nolu aday)

‘Fikir ayrılığı yaşadık zaman zaman grup içinde. Farklı farklı görüşler ortaya atıldı, fakat kimse ilk başta birbirini dinlemedi. Herkes kendi fikrinin daha doğru olduğunu düşündü. Yine grup çalışması olmasına rağmen herkes kendine düşen eşit görevi yapmadı. Bazı arkadaşların çok fazla çaba sarf etmediğini düşünüyorum. Problemler zaten karşılaştığımız türden değildi. Grafikten nasıl denklem yazılacağı konusunda takıldım. Yani grafikte denklem arasındaki

bağlantının nasıl kurulacağına karar veremedim. Matematik öğretmenliği öğrencisi olarak, karşılaştığım matematik problemlerinden farklıydı.’ (İ.Ö.M 1 nolu aday)

‘Öncelikle karşılaştığımız kitaplarda gördüğümüz problemlerden farklıydı. Bu nedenle soruları yorumlamakta güçlük çektim. Ne demek istediklerini anlamadım.’ (İ.Ö.M 8 nolu aday)

Öğretmen adaylarının matematiksel modellemede bireysel zorluklar alt temasında dile getirdikleri görüşler, problemlerin karşılaştıkları tarzda olmaması, çok uzun olup okurken soruyu unuttukları, problemi anlamakta zorluk çekmeleriydi. Problemlerin kısa bir cevap buldukları alışılmış ders problemlerinin aksine alışılan tarzda olmaması başlangıçta öğretmen adayları için zorluk gibi görünse de çalışma sonrasında bu problemleri sevdiklerini ve bu tarzdaki problemlerin kendileri için de faydalı olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte gerek matematik öğretmeni, gerek sınıf öğretmeni adaylarının matematik bilgilerinde eksiklikler olduğu bu problemler içinse özellikle grafikten denklem yazma, doğru denklemlerinin çeşitleri, parabol ve doğru bilgileri konusunda eksiklikleri olduğu ve zaman zaman hatalar yaptıkları gözlenmiştir.

Tablo 4.17 Matematiksel Modellemede Edinilen Kazanımlar Açısından Frekans Dağılımı

Edinilen Kazanımlar (Kodlamalar)	Frekansı	Frekansı
	S.Ö	İ.Ö.M
Modelleme ve matematiksel modelleme hakkında bilinçlenme	6	4
Mantıksal düşünmenin önemi	2	2
Düşünmenin yorucu olduğunun farkına varma	2	2
Düşündürücü problemleri sevme	3	1
Grup içinde çalışma zevki	2	3
Farklı problem tipleri olduğunu öğrenme	5	3
Farklı bakış açıları kazanma	2	2
Farklı fikirleri dinleyebilme ve tartışabilme	1	2
Matematiğin günlük yaşamdaki önemini hissetme	2	2
Toplam	25	21

Matematiksel modellemede edinilen kazanımlar açısından baskın karakterler; modelleme ve matematiksel modelleme hakkında bilgi sahibi olma, mantıksal düşünmenin önemi, düşünmenin yorucu olduğunun farkına varma, düşündürücü problemleri sevme, grup içinde çalışma zevki, farklı problem tipleri olduğunu öğrenme, farklı bakış açıları kazanma, matematiğin günlük yaşamdaki önemini hissetme ve farklı fikirleri dinleyebilme ve tartışabilmedir. Bu alt temada öğretmen adaylarının en çok üzerinde durduğu karakterler, modelleme ve matematiksel modelleme hakkında bilinçlenme ile farklı problem tipleri olduğunun farkına varmadır. Farklı problem tipleri olması, çalışmanın başında öğretmen adayları için yaşanan sıkıntı durumundayken birçok öğretmen adayı için çalışma sonunda edinilen bir kazanım haline gelmiştir. Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecinde edinilen kazanımlarla ilgili olarak belirttikleri diğer görüşler aşağıda sunulmuştur:

- Tek düze düşünmenin yeterli olmadığı
- Olayların genellenebileceği
- Önyargıların aşılması
- Karışık gibi görünen şeylerin basite indirgenebileceği
- Hayatın içinde model olduğunu öğrenme
- Yorumlama gücünün matematik problemlerindeki önemi
- Alan bilgisi açısından faydalı olması

‘İlk anketi aldığımdaki işaretlediklerimle sonraki işaretlediklerim arasında fark vardı mutlaka. Artık modelleme, matematiksel modelleme kelimesini duyduğumda yabancılik çekmeyeceğim...’ (S.Ö 1 nolu aday)

‘...mantıksal düşünmeye yoğunlaşmak gerektiğini ve hep böyle tekdüze düşünmeyle birtakım şeyleri yürüttüğümüzü düşündüm. Beynimizi yormadığımızı, beynimizi çok fazla kullanmadığımızı anladım.’ (S.Ö 2 nolu aday)

‘...önyargılarım tamamen gitti. Yani dediğim gibi öyle düz metin şeklindeki bir soruyu görünce ürkütücü gelen ifadelerin sonunda bir şeyler elde edince önyargılarımı aşmış oldum....’ (S.Ö 5 nolu aday)

‘Hazırda veriler olmadan bir şeyler üretmenin zor olduğunu anladım. Problem çözmek için sadece elimize kağıt kalem alıp işlem yapmanın ötesinde başka şeyler de yaptık. Arkadaşlarla tartıştık, düşüncelerimizi paylaştık, eğlenceli bir süreçti. Matematikten keyif aldım.’ (S.Ö 6 nolu aday)

‘Karşımıza çıkan problemlerin ders kitaplarında karşılaşmadığımız problemler olduğunu gördüm. Bu tip problemlerin de karşımıza çıkmasının gerekli olduğunu düşünüyorum.’ (S.Ö 8 nolu aday)

‘Beyin olarak yorulduğumu hissettiğim problemlerdi. Düşünmenin önemli olduğunu görmüş oldum. Grup olarak çalışma yapabileceğimi anlamış oldum. Modelleme hakkında çok şey öğrendim. Matematiksel modellemenin ne olduğu hakkında fikir edinmiş oldum.’ (S.Ö 10 nolu aday)

‘Yorumlama gücünün matematik problemlerinde ne kadar önemli olduğunu görmüş oldum. Farklı problem tipleriyle karşılaşmış oldum...’ (S.Ö 11 nolu aday)

Sınıf öğretmenliği bölümü öğretmen adayları matematiksel modellemede edindikleri kazanımlarını yukarıda belirtildiği gibi ifade etmişlerdir. Daha çok matematiksel modelleme hakkında bilinçlendiklerini, etkinlikler sayesinde önyargılarını aştıklarını, matematikten keyif aldıklarını ifade etmişlerdir. Matematik öğretmenliği bölümü öğretmen adayları edindikleri kazanımlarla ilgili olarak matematiğin günlük yaşamdaki önemini farkına vardıklarını, grupla çalışmayı sevdiklerini, farklı bakış açıları kazandıklarını ve en önemlisi alanla ilgili eksiklikleri olduğunun farkına vardıklarını dile getirmişlerdir:

‘Bu yaptığımız problemler bizim şu ana kadar karşılaşmadığımız problemlerdi. Belki de bir daha karşılaşamayacağız. Bu da bize matematikte farklı problem çeşitlerinin olduğunu göstermektedir. Bana farklı bir matematiksel düşünme yöntemini gösterdi. Düşünmenin çok da kolay olmadığını görmüş oldum. Matematikle ilgili olarak eksiklerim olduğunu görmüş oldum, grafikten denklem yazma gibi...’ (İ.Ö.M 1 nolu aday)

‘...Matematiğin günlük yaşamda önemli olduğunu hissettim. Farklı tarzda problemler görmüş oldum.’ (İ.Ö.M 2 nolu aday)

‘Olaya bir açıdan değil de birçok açıdan bakmak lazım. Bir olayın sebebi bir şeye değil de birden fazla şeye bağlı olduğunu düşünmek lazım. Bazı şeyleri araştırarak öğrenebileceğimizi anladım. Grupla çalışmanın olumlu yanlarının farkına vardım. Farklı şeyleri paylaşmak adına. Farklı fikirler ortaya çıkıyor. O sırada ortaya atılan fikirleri dinlemek bile bir kazanım benim için.’ (İ.Ö.M 4 nolu aday)

‘...Bize farklı bakış açıları kazandırdı. Matematiksel düşünmenin kolay olmadığını görmüş olduk. İşlem yapmaktan ziyade düşünmek, yorumlamanın da problem çözümleri için gerekli olduğunu öğrendim. İlköğretim matematik öğretmeni adayı olarak, alandaki eksiklerimi fark etmemi sağladı. Bu benim için en önemli olan kısmıydı...’ (İ.Ö.M 9 nolu aday)

Yapılan görüşmelerden elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde model kelimesi kullanıldığında, öğretmen adayları çalışma başlamadan önce bu kavramın matematikle bağlantısı olmayacağını dile getirmişlerdir. Fakat çalışmanın başlarında ise, iki yarım ekmeğin bir tam ekmeğe yapmasının $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$ işlemi için bir model oluşturacağını söylemişlerdir. Yine bir öğrenci de tam sayıların toplama işlemi yapılırken eksi sayıların kırmızı pullarla, pozitif sayıları beyaz pullarla göstermenin de tamsayıların toplamının modellenmesi olabileceğini ifade etmiştir. Bu şekilde konuların, öğrenciye daha anlaşılabilir hale getirilebileceği kanısına varmışlardır.

En çok zihinlerinde yer etmiş model örneğinin biyoloji dersinde öğrendikleri DNA modeli olmakla birlikte hücre modeli ve dünya modeli de verdikleri diğer örnekler arasındadır. Yine öğretmen adaylarından gelen farklı bir görüş de, alanlardaki araştırmalar devam ettiği için sürekli yeni bir şeyler ortaya koymak gerektiği, dolayısıyla modellerin yapısının zaman içinde değişebileceği fikridir. Bununla birlikte, matematiksel modellemeyle ilgili olarak ilköğretim matematik öğretmeni ve sınıf öğretmeni adayları etkinliklerde zorlandıklarını dile getirmişlerdir.

Grafik oluştururken doğrusal çıkan bir grafiğin parabol oluşturduğu yorumunu yapması grupların yaptığı hatalardan biridir. Etkinliklerle uğraşma sırasında öğretmen adayları sahip oldukları yeterliklerinin problemler için yeterli olmadığını ifade etmişlerdir.

Öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerde genel olarak, grup çalışmasının adaylar tarafından olumlu karşılanmasıyla birlikte, grup çalışmasının olumsuz yönlerinin de dile getirildiği gözlenmiştir. Grup üyeleri, grup içinde problemi tartışırken çok fazla gürültü olması, grup üyelerinin birbirlerini dinleme konusunda çok fazla titiz davranmamaları gibi sebeplerden dolayı probleme tam olarak odaklanamadıklarını söylemişlerdir. Çalışma sırasında, grup üyelerinin üzerine düşen görevleri yerine getirmemesi, fikirlerini belirtmekte çekingen davranmaları, zaman zaman yükün tek kişi üzerinde olması çalışmada grup çalışmasını dezavantajlı duruma getirmiştir. Bununla birlikte tek başına olsa problemi çözemeyeceğini, ortaya bu kadar farklı fikir atamayacağını, grup çalışması sayesinde birbirlerinin eksiklerini kapatabildiklerini, bilgi paylaşımının yoğun bir şekilde yaşandığını ve böylelikle farklı bakış açılarından soruya yorum getirip, başarılı olduğunu düşünen öğretmen adayları da olmuştur. Çalışmanın bazı öğretmen adayları için kazandırdıklarından biri de, alanla ilgili eksikliklerinin farkına varmaları (örneğin grafikten denklem çıkarma gibi) ve bu eksikliklerini konuyu bilen bir arkadaşından yardım alarak kapatma yoluna gitmiş olmalarıdır.

Öğretmen adayları tarafından sıklıkla dile getirilen görüşlerden biri de, problemlerin ders kitaplarında yer almayan, daha önce karşılaşmadıkları türden olmasıydı. Problemler çok uzun olduğu için problemleri okurken sonuna geldiklerinde başını unutmaları öğretmen adaylarına zamanı kullanmada zorluklar yaşatmıştır. Yine öğretmen adayları tarafından belirtilen görüşlerden biri de, etkinliklerde yer alan problemlerin son aşamalarında başarılı olamadıkları, problemi bir yere kadar getirip, o noktadan sonra tıklandıklarını dile getirmişlerdir. Bir öğretmen adayının, *'...Verileri toplayıp, listeledik. Sonra bunları koordinat düzlemine taşıdık. Ondan sonrasını da zaten getiremedik. Doğrusal orantı olduğunu da yorumla bulduk. Ama bir türlü bunu da denkleme dökemedik.'* şeklinde görüş belirtmesi modelleme sürecini tamamlayamadıklarını göstermektedir. Yine başka bir

öğretmen adayı da *‘Verilerimizi topladık, hipotezler oluşturduk. Sonra bunlarla ilgili deneme yapmadık, doğru mu değil mi diye? Bulduklarımızı teyit etmedik yani.’* şeklinde görüş belirtmiştir. İlköğretim matematik öğretmen adaylarından bir öğrenci de *‘Veriler toplandı, tahminler ortaya atıldı. Verileri de tabloya döktük. Buradan bir sonuç çıkarmaya çalıştık. Ama bu kısımda başarısız olduk galiba biz.’* demesi öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecini tamamlama kısmında başarılı olmadıklarına işaret etmektedir. Gruplar genel olarak, sürecin yorumlama ve gerekçelendirme aşamalarında sıkıntı yaşamışlardır.

Öğretmen adaylarından matematiğin sadece sayılardan ibaret olmadığını, günlük hayat içinde matematiği kullanmanın farkına varmayı, matematiksel düşünmenin kolay olmadığını ve matematiksel modellemenin uzun bir süreç olduğunu belirten adaylar olmuştur. Bununla birlikte önyargılarını aşan ve kendine farklı bakış açıları kazandırdığını söyleyen ve düşündürücü problemlerin eğlenceli olduğunu düşünen öğretmen adayları da olmuştur. Bu da yapılan çalışmanın öğrencilerde pozitif yönde tutum geliştirdiğini göstermektedir.

4.1.3 Modelleme Süreci

4.1.3.1 Isınma Problemlerindeki Matematiksel Modelleme Süreci

Modelleme sürecinin başında öğretmen adaylarına matematiksel modellemeyi tanıtmak, matematiksel modelleme problemlerine onları hazırlamak amacıyla yedi sorudan oluşan, sorulardan bazısı katılacakları etkinlikleri anımsatan tarzdaki soruların olduğu ısınma problemleri uygulanmıştır.

Uygulanan ısınma problemlerinde, birinci sorunun kısa olması ve konusu itibariyle öğretmen adayları için daha yapılabilir düzeyde gelmiştir. Her grup bu soruyu yapmaya çalışmıştır. Öğretmen adayları sorunun cevabı için genelde benzer yorumlar üzerinde yoğunlaşmışlardır.

1) Öneri 1'de X şirketi 1 saat için 7,40 YTL veriyor.
Haftada 20 saat çalışırsak $7,40 \times 20 = 148$ YTL eder.
Ancak 67 YTL üniforma parasını çıkarırsak
 $148 - 67 = 81$ YTL ile haftalık batarımımız olur.

Öneri 2'de Y şirketi 1 saat için 5,80 YTL veriyor.
20 saatlik çalışma sonunda, 1 haftada
 $20 \times 5,80 = 116$ YTL.

X ve Y şirketlerinde uzun süre çalışacak X şirketinde çalışmak daha mantıklıdır. Üniformaya harcanan parayı birkaç haftada çıkarıp, Y şirketinde katı sınırlarda daha çok kazanır.

Şekil 4.8 Grup FRIENDS'in 1. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)

1) Bize göre eğer kısa vadede bir iş düşünecekseniz öneri 2 bizim için daha uygundur çünkü 2. önerideki işte üniforma alma gibi bir derdimiz yoktur. Fakat uzun vadede düşünürsek saat başı ücret öneri 1'de daha yüksek olduğu için üniforma almayı gözde alıp öneri 1'deki işi tercih ederiz.

Şekil 4.9 Grup Werder Weremem'in 1. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)

1) 1. de 1 haftada $7,40 \times 20 = 148,00$ YTL kazanır. CÖHR
Bunun 67 YTL'si üniformaya giderse: $148 - 67 = 81$ YTL kor.
2. de $5,80 \times 20 = 116,40$ YTL korı olur.
Eğer 1 hafta çalışacaklarsa 2. korı, uzun vadede de 1 korı.

Şekil 4.10 Grup CÖHR'ün 1. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)

2)
$$\begin{array}{r} 7,40 \times 20 = 148 - 67 = 81 \\ 5,80 \times 20 = 116 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1. h \\ 81 + 148 = 229 \\ 116 + 116 = 232 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2. hafta \\ 229 - 116 = 113 \\ 232 - 116 = 116 \end{array} \quad \dots$$

2 hafta dan fazla çalışılacaksa 2. öneriyi seçmeli.

Şekil 4.11 Grup Fırında Mercimek'in 1. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)

Grupların yukarıda verdikleri cevaplara dikkat edilecek olursa, soruya yaptıkları yorumlar, genel olarak birbirine benzemektedir. Fakat ilköğretim

matematik öğretmeni adaylarının Kurtlar Vadisi Pusu Grubu, soruya doğru yorumu getiren tek grup olmuştur. Yaptıkları yorum aşağıda görülmektedir.

1)

$$\begin{aligned} 7,4x - 67 &= 5,6x \\ 7,4x - 67 &= 5,6x \\ -1,6x &= 67 \\ x &= \frac{67}{-1,6} = 41,875 \end{aligned}$$

eğer bu işin 41,875 saatte tamamlanması gerekiyorsa
1. işin okullar halinde 2. işin daha mantıklıdır.

Şekil 4.12 Grup Kurtlar Vadisi Pusu'nun 1. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)

Yine ikinci sorunun da kısa olması, konu olarak öğretmen adaylarına yakın gelmesi uğraşılabilirliğini arttırmıştır. İkinci soru için de, Grup Kurtlar Vadisi Pusu'nun ve Grup FRIENDS'in soruya doğru yorumu getirdikleri görülmüştür.

2)

$$\begin{aligned} 39 \times 3 + x \cdot 2,60 &= 26 \times 3 + x \cdot 3,2 \\ 117 + 2,6x &= 78 + 3,2x \\ 36 &= 0,6x \\ x &= 60 \text{ km} \end{aligned}$$

eğer 60 km'den az yol gidersen B şirketinden
78 TL gidersen A şirketinden daha mantıklıdır.

Şekil 4.13 Grup Kurtlar Vadisi Pusu'nun 2. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)

2) A şirketinde günlük 38 TL km başına 2,60 TL.

B " " " 26 TL km başına 3,20 TL.

Seninle seyahat 3 gün süreceğine göre!

$3 \times (38 - 26) = 3 \times 12 = 36 \text{ TL}$ başlangıç olarak B şirketinden
araba kirlese kar eder. Ancak 3 gün boyunca 60 km yol
katedeceğine bağlı olarak $3,20 - 2,60 = 0,60 \text{ TL}$. A şirketinden

araba kirlemek daha ekonomik olabilir.

$36 : 0,60 = 60 \text{ km}$ daha fazla yol 60 km'den fazla yol
alacaksa A şirketinden araba kirlemek daha mantıklıdır.

Şekil 4.14 Grup FRIENDS'in 2. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)

Diğer grupların soruya getirdikleri yorumlar aşağı yukarı aynı tarzda olmuştur. Diğer grupların verdikleri cevaplar aşağıda görülmektedir.

② B şirketi ile iş yaparız. Tatile gidiyoruz, arabayı sadece araç olarak kullanır ve fazla yol yapmayız. Parayı farklı yöntemlerle kullanırız.

Şekil 4.15 Grup Jartiyer'in 2. Soruya Cevabı (S.Ö.)

2)
$$\begin{array}{r} \text{A} \\ 38 \\ \times 3 \\ \hline 114 \text{ ytl.} \\ + 2160 \\ \hline 116,60 \text{ ytl.} \end{array} \quad \begin{array}{r} \text{B} \\ 26 \\ \times 3 \\ \hline 78 \text{ ytl} \\ + 3,20 \\ \hline 81,20 \text{ ytl.} \end{array} \quad \times 12,60 \times$$

semin için en uygun kiralamo modeli B şirketindedir. daha az harcama olacaktır için.

Şekil 4.16 Grup MUALLİM'in 2. Soruya Cevabı (S.Ö.)

1) Öneri 1'de $\Rightarrow \begin{array}{r} 7.20 \\ \times 20 \\ \hline 148 \text{ ytl.} \end{array} \quad \begin{array}{r} 128 \\ - 67 \\ \hline 81 \text{ ytl.} \end{array} \quad \text{Gökyüzü}$

Öneri 2'de $\Rightarrow \begin{array}{r} 5.80 \\ \times 20 \\ \hline 116 \text{ ytl.} \end{array} \quad \text{NOT} \Rightarrow \text{ikinci öneri daha karlıdır.}$

2) Öneri 1 $\Rightarrow \begin{array}{r} 38 \\ \times 3 \\ \hline 114 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2.60 \\ \times 3 \\ \hline 7,8 \end{array} \quad \begin{array}{r} 114 \\ + 7,8 \\ \hline 121,8 \end{array}$

Öneri 2 $\Rightarrow 3 \times 26 = 78 \quad 3 \times 3,20 = 9,60 \quad 78 + 9,60 = 87,60$

Not: 2. öneri daha karlıdır.

Şekil 4.17 Grup GÖKYÜZÜ'nün 2. Soruya Cevabı (S.Ö.)

Öğretmen adaylarının boş geçtiği ya da az sayıda grubun cevap verdiği sorulardan bir tanesi de ısınma problemlerindeki üçüncü sorudur. Soru, birinci ve ikinci sorulardan uzunluğu yönüyle farklı olduğundan, öğretmen adaylarına uzun gelmiş olup, soruda değişkenlerin fazla olması da onların soru üzerinde çalışırken

4) Asker $\rightarrow 27$ YTL

ham madde $\rightarrow 10$ YTL
değişken $\rightarrow 14$ YTL

2500 cila 1 marpoz
100 cila 80 marpoz

Tren $\rightarrow 21$ YTL

ham madde $\rightarrow 9$ YTL
değişken $\rightarrow 12$ YTL

1 cila 1 marpoz.

İstisna için 100 cila 80 marpoz = 20 saat cila fazla

Bu cila disiplinli askerde kullanılır.

Yani 20 asker yapar. 40 saat cila ve 20 sa marpoz yapar.

Geride 60 saat cila ve 80 saat marpoz kullanılır. Bunda da 60 cila yapılır. Yani maksimum kar için 20 asker 60 tren yapılır. 120 lira kar elde edilir.

3 tren 1 asker şaklında Dretir olmalıdır

Şekil 4.21 Grup KARDELEN AYŞE'nin 3. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)

Öğretmen adaylarının ısınma problemlerindeki dördüncü soruya verdikleri cevaplar arasında ilginç yorumlarda bulunanlar ya da soruyu yanlış anlayan gruplar olmuştur. Örneğin Grup Jartiyer'in, Grup MUALLİM'in verdiği cevap bunlardandır.

④ Obez bi insanın bu kadar hızlı kilo vermesi imkansızdır. 30 günde bu kadar kiloyu verdi diyelim ortada mustafadiye bişey kalmaz.

Şekil 4.22 Grup Jartiyer'in 4. Soruya Cevabı (S.Ö)

4) 1. gün
 $1,5 + 2 + 2,5 + \dots + 29,5$

$$\text{Terim} = \frac{57 - 11k}{5} + 1$$

$$30 = \frac{x - 1,5}{0,5} + 1$$

$$29 = \frac{x - 1,5}{0,5}$$

$$29 = 2x - 30$$

$$59 = 2x$$

$$x = 29,5$$

$$\begin{array}{r} 150,5 \\ - 29,5 \\ \hline 120,5 \text{ kg olur.} \end{array}$$

Şekil 4.23 Grup MUALLİM'in 4. Soruya Cevabı (S.Ö)

$$5) 1,5 + 2 + 2,5 + \dots + 16,5 = \frac{(16,5 + 1,5) \cdot (16,5 - 1,5 + 1)}{2 \cdot 1} = \frac{18 \cdot 16}{2} = 144$$

Mustafa beyin diyeti 30 günden önce kesmesi gerekiyor.

Şekil 4.24 Grup DÖRDÜ BİR ARADA'nın 4. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)

Bununla birlikte sorudaki sayısal verileri kullanarak matematikselleştirerek problemi doğru çözen gruplar da olmuştur.

4) Her gün 0,5 kg verirse $30 \times 0,5 = 15 \text{ kg}$ ama ilk gün 1,5 vermiş
 $1,5 - 0,5 = 1 \text{ kg}$ kalır. $15 + 1 = 16 \text{ kg}$ verir.
 $150 - 16 = 134 \text{ kg}$ kalır

Şekil 4.25 Grup CIRCIR'ın 4. Soruya Cevabı (S.Ö)

4) Her gün yarım kg. zayıflamaktadır.



1. gün $\frac{0,5}{2,9} = 14,5 \text{ kg}$ $\frac{14,5}{1,5} = 16 \text{ kg}$ $\frac{150}{16} = 134 \text{ kg}$ kalır.

Şekil 4.26 Grup GÖKYÜZÜ'nün 4. Soruya Cevabı (S.Ö)

5) Kemal bey 150 kg

1. gün $\rightarrow 1,5$
2. gün $\rightarrow 2,0 - 1,5 = 0,5$
3. gün $\rightarrow 2,5 - 2 = 0,5$
30. gün $\rightarrow ?$

2. günden itibaren her gün 0,5 kg vermesi bekliyor.
0. günde $2,9 \times 0,5 = 14,5 \text{ kg}$
Ancak 1. günde eklersek
 $1,5 + 14,5 = 16 \text{ kg}$
 $150 - 16 = 134 \text{ kg}$ olması bellidir.

Şekil 4.27 Grup FRIENDS'in 4. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)

Öğretmen adaylarının oluşturduğu grupların tamamı, ısınma problemlerinin beşinci sorusunu cevaplamıştır. Fakat cevabın gerekçelerini açıklamayı ya unutmuşlar ya da verdikleri cevabın anlaşılacağını düşünmüşlerdir. Aşağıda verilen cevap bunlara örnek teşkil etmektedir.

5) Geceim sükunetisi için
Oldukça zengin
Farklı çevre
Sıcaklıkta oturur.

Şekil 4.28 Grup BAST'ın 5. Soruya Cevabı (S.Ö)

Öğretmen adaylarının altıncı soru için verdikleri cevaplarda dikkat etmesi gereken değişkenler kişinin şehirler arası yolculuk yapacağı için, en az seferi yapacağı ve en ekonomik yakıt tüketen aracı satın almak istiyor. Bu durumda öğretmen adaylarının oluşturdukları grupların verdikleri cevaplar farklılıklar göstermiştir.

6) Renault'dur. Çünkü 1000 litrelik yakıtı en az km de renaul'ta yakar.

Şekil 4.29 Grup CIRCIR'ın 6. Soruya Cevabı (S.Ö)

6. 1000 km en az seferde gidilecekse uzun yola
çıkarsa motor hacminin yüksek olması daha
ekonomiktir, daha az benzin yakar. Araç
özellikleride bunu gösterir. Volkswagen uygun
motor hacmi en yüksek (896) şehirde kullanılabılır.

Şekil 4.30 Grup GÖKYÜZÜ'nün 6. Soruya Cevabı (S.Ö)

7) Ahmet Bey, şehirler arası yolculuk yaparsa, şehirlerarası yol-
culukta en az yakıt motor hacmi, -- gibi özellikleri daha
makul olan aracı tercih etmelidir. Şehirde ise en az Volkswagen
yaka olan Volkswagen tercih edilmelidir.

Şekil 4.31 Grup FRIENDS'in 6. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)

7) Volkswagen

sewir dışı $4,1 \times 1000$

12,6 = 0-100 km hızlanma

Opel

sewir dışı $4,8 \times 1000 = 4800$

0-100 km hızlanma = 16 sn

Hız fazla olduğundan, litre s¹ 4,1 olan Volkswagen'e göre fazla olmasına rağmen

Opel tercih edilmesi daha avantajlı!

Renault

sewir dışı = $5,8 \times 1000 = 5800$

0-100 km hızlanma = 12,4

Peugeot

S.D 5×1000

0-100 km hızlanma = 10,7

Şekil 4.32 Grup ANTEN'in 6. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)

Isınma problemlerinin son sorusunun diğer problemlere göre uzun olması ve fazla sayıda değişken içermesi bakımından öğretmen adaylarının zorlandıkları, sıkıldıkları problem olmuştur. Isınma problemlerinin amacı, matematiksel modellemeye hazırlamak olduğu için bu soru öğretmen adaylarının yapacakları etkinliklerdeki soruya yakın olan bir sorudur. Bununla birlikte bu probleme grupların geçiştirici cevaplar verdiği, soruyu cevaplamadan atlayıp geçtiği ya da soruya gereken özeni göstermedikleri görülmüştür. Bununla ilgili olarak, bir grup soruyla ilgili düşüncesini cevabın altına not düşmüştür.

7) Beyaz eşya firması 2 komedi programına reklam verir. Çünkü futbol programının maliyeti komedi programının 2 katıdır. Seçimi arasındaki fark böylece ortadan kalkar.

Şekil 4.33 Grup Jartiyer'in 7. Soruya Cevabı (S.Ö)

7)

<u>Komedi</u>	<u>Futbol</u>
400 bin orta gelirli kadın	200 bin orta gelirli kadın
200 bin " " erkek	600 bin " " erkek

maliyet: 1 dakikalık reklam 5000 YTL maliyet: 1 dakikalık reklam 10000 YTL.

2000 000

(Komedi) — tercih edilmeli.

Şekil 4.34 Grup MUALLİM'in 7. Soruya Cevabı (S.Ö)

8) Komedî

400 bin ortagalırlı kadın } 1 dakika için 5000 TL sabıyan
200 bin " " erkek }

Futbol

200 bin ortagalırlı kadın } 1 dakika için 10.000 TL
600 bin " " erkek }

Komedî prog. için

20 reklam yayınladığında
istenilen tıbbi data yada
istenilen tıbbi data sağlanıyor.
 $5000 \times 20 = 100.000$ (2)

Futbol prog. için

10 reklam yayınladığında
6 milyon erkek ve 2 milyon kadın
İtilyan: $10.000 \times 10 = 100.000$ TL
Budurunda komedi prog daha çok
tbbi tıbbi data sağlanıyor tbbi tıbbi data sağlanıyor

Şekil 4.35 Grup FRIENDS'in 7. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)

8) Komedî için → 400 bin a.g. kadın 200 bin a.g. erkek

Futbol için → 200 bin a.g. kadın 600 bin " "

6 reklam futbol için, 2 reklam komedi için olsun!

Bizat uyan olduğu için kafamda toporbyomadik
ton olrak saruları. Bizat sikici olmuş ki yitiden
Bizat daha kaliteli bir bütçe.
Açıkcası emsarı da ton kanyomadik

Şekil 4.36 Grup CÖHR'ün 7. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)

8) Komedî

400.000 K
200.000 E

5000

Futbol Maçı

200.000 K
600.000 E

10000

2 milyon kadın
6 milyon erkek itlyecele.

* reklamın maliyeti 1. grubu (komedi) göre ucuzdurduğundan, komedi
reklam almak daha karlıdır.

Şekil 4.37 Grup ANTEN'in 7. Soruya Cevabı (İ.Ö.M)

Matematiksel modellemeye hazırlamak için uygulanan ısınma problemlerinde öğretmen adaylarının ısınma problemlerini çözerken çok fazla istekli olmadıkları, alışık olmadıkları tarzda, geleneksel problemlerin aksiyile karşılaştıklarında performans sergilemek istemedikleri gözlenmiştir. Uzun olan soruları anlayamadıklarını, kendileri için karmaşık geldiklerini ifade etmişlerdir.

4.1.3.2 Etkinliklerdeki Modelleme Süreci

Sınıf öğretmenliği ve ilköğretim matematik öğretmenliği bölümü öğrencileri, ayak izi problemi etkinliğini eline aldıklarında sınıfta yoğun bir gürültü ortaya çıkmıştır. Çalışmanın ilk on-on beş dakikalık zaman dilimi içerisinde tamamen nitel akıl yürütmeye dayalı yorumlar oluşturmuşlar, problemin anahtar değişkenlerini belirlemeye çalışmışlardır. Ya da kendilerinde varolan sayısal değerlerden yola çıkarak sonuca gitmeye çalışmışlardır. Öğretmen adaylarının modelleme sürecinin basitleştirme ve matematikselleştirme aşamalarında aralarında geçen diyaloglar, aşağıda verilmiştir. Gruplar basitleştirme ve matematikselleştirme aşamalarında başarılı performanslar sergilemişlerdir. Bununla birlikte grupların problemde geçen olaya getirdiği yorumlar ve yaklaşımları zaman zaman farklılık göstermiştir.

Sınıf öğretmenliği bölümü öğrenci gruplarının oluşturduğu gruplardan, Grup İSKORPİT üyeleri arasında yaşanan diyalog şöyle gelişmiştir:

- Çok uzun bir problem
- Çok kötü ya. Ayak çok şekilsiz. Ayak izine benzemiyor da pek.
- Bu gerçekten ayak izi mi ya?
- Herhalde yani.

Öğretmen adaylarının problemle karşılaştıklarında ilk tepkileri, problemi anlamak veya ne sorduğunu düşünmek yerine problemin uzunluğu ve ayak şekliyle ilgili yorumlarda bulunmak olmuştur. Daha sonra problem durumuyla ilgili varsayımlarda bulunmuşlardır.

- Benim ayak izim, senin ayak izinle aynıysa eğer, ikimiz de aynı irilikte mi olacağız? İrilik boyla mı alakalı sadece?

- Kemikle ve boyla alakalı.
- Ayaklarınızı çıkarın bakalım o zaman.
- En küçük benim.
- Senin ayağın kaç numara, boyun kaç senin?
- (Ayak ve ellerine bakarak) Ayak ve eller boyla orantılı bence.
- Bence aynı değil, katılmıyorum.
- Peki ayak niye sola doğru kıvrık o zaman?
- Bir de hayır işleyecekse neden orayı kirletiyor ki?
- Anlaşılan tecrübeli bir adam değil.
- Bence bu hikayenin altında başka bir şeyler var.
- Bu hikayedeki olay ne işimize yarayacak?
- Bir şey belirledik gibi ama.
- İrilik dediğimiz boy mu sadece?
- Cevdet'in ayağı uzun ama şişko biri değil.
- Bir de niye gece yapıyor, gündüz yapmıyor? Onu anlamış değilim.

Grup üyelerinden biri, problemle ilgili varsayımını ortaya atarken bir yandan da problemdeki değişkenleri belirlemeye çalışıyor.

- Ayak numarası boyla ve kemikle orantılı, bunu hissediyorum.
- Ama çamura basmışsa ayağının şekli yayılmıştır.
- Belki de bu o kişinin ayak izi değildir.

Problemi anlayamamanın verdiği sıkıntı ve değişkenleri belirleyememe öğretmen adaylarını problem durumu dışında varsayımlar oluşturmaya itmiştir.

- Belki sakattı, belki de protez bacak takılı. Olamaz mı?
- Belki ayağı küçük ama büyük ayakkabı giyiyor.
- Biz öyle bir yol bulmalıyız ki, başkaları için de işe yarasın.
- O zaman elimizdeki verileri yazmaya başlayalım.
- Ayakkabı izi mi acaba yalın ayak izi mi ona bakmak gerekir aslında.
- Kadın mı erkek mi acaba ? Ama kadın değildir, kesin erkektir.
- Bir sonuca varmamız lazım artık ya...
- Bir düşünün çamura bastığımızda ne oluyor? Ayağı kaymış da olabilir.
- Kül kedisi usulü herkese denetmek lazım ayak izini aslında.

Verilen çalışma kağıdı üzerinde kalem kullanarak yanındaki arkadaşının boy ve kilosunu öğrenip not etmeye çalışıyor.

- Benim boyum 160, 36 numara da ayakkabı numaram.
Elif'in 163, 37 numara
Asiye'nin 165, 37 numara
Cevdet'in 192, 44 numara.

Çalışmanın ilk on-on beş dakikasında Grup MUALLİM arasında geçen diyalog da ise farklı şeyler üzerinde durulmuştur, fakat grubun verdiği ilk tepki yine problemi anlayamamayla ilgilidir, görüşmelerde öğretmen adayları bunu sıklıkla dile getirmişlerdir:

- Bu nasıl bir problem!
- Hiç bir şey anlamadım. (Gülüşme)
- Bize düşen görev nedir burada?

Grup, problemle ilgili varsayımlar ortaya atarken, bir yandan da problem durumunu etkileyen değişkenleri tespit etmeye çalışmışlardır.

- Ayakkabı numaraları ile insanların hakkında bilgi sahibi olamayız ki...Tanıdığım birinin ayakkabı numarası 35 ama çok iri birisi kendisi.
- Ayırt edicilik ayakkabı numarası değil.
- Fıskiye ile bir bağlantısı olabilir mi acaba?
- Tuğlaları taşımak için ama iri olmak lazım.
- Ayakkabı numarası değil ayak yapısı önemli. Mesela taraklı falan.
- Toprağa basınca adım atarken normalden daha büyük bir ayak izi çıkmış olabilir. Sonuçta yumuşak zemine basılıyor.
- Fıskiyenin de yanı olduğu için zemin çamur olmuş olabilir.
- En iyisi belediye başkanı bu işten vazgeçsin. Yapan yapmış işte hayrına...
- Ayrıca mevsime göre giyilen ayakkabı değişir. Dolayısıyla ayakkabı izi de değişebilir.

Öğretmen adayları daha çok nitel akıl yürütmeye dayalı tahminlerde bulunarak çözüme gitmeye çalışmışlardır.

Yine sınıf öğretmenliği bölümü öğretmen adaylarının oluşturduğu CIRCIR grubunun ayak izi problemiyle ortaya attıkları varsayımlar, öğretmen adaylarının informal ve kişisel bilgileriyle birleştirilerek ortaya atılmıştır:

- Ayak izinin insanların vücut büyüklüğüyle orantılı olduğunu düşünebiliriz.
- Sana katılıyorum fakat bu mantık yetişkinler ile çocukların ayak izleri arasındaki farkı net olarak ortaya koyabilir. Yetişkinler arasındaysa vücutları iri olanın el ve ayakları küçük olabilirken minyon tipli olup da el ve ayakları küçük olan insanlar da olabilir. Aynı zamanda erkek ve bayan ayakları arasında da mutlaka fark vardır. Bayanların ayakları, erkeklerinkinden daha küçüktür.

Grup GUPA, çalışmanın ilk on dakikasında diğer gruplar gibi problemi anlamadıklarını dile getirmişlerdir. Daha sonra da kendi aralarında beyin fırtınası yaparak, farklı fikirler ortaya atmaya başlamışlardır:

- Olay nedir burada ya, ben anlayamadım.
- Herkesin ayak izi olabilir, bu çok özel bir durum değil ki, nasıl anlayacağız? Aynı numarayı giyen birçok kişi var.

Grup uzun bir süre nitel akıl yürütmeye dayalı tahminler üzerinde durmuştur. Problem durumuna uyan farklı senaryolar üretmeye gitmişlerdir.

- Kül kedisi gibi ev ev gezip ayak numaralarına bakarız artık...
- Düz taban galiba bu şahsiyet.
- Yapan kişinin ayağı küçük olabilir, fakat yaparken zemin yaş olduğu için yayılmış olabilir.
- Küçük biri olamaz. Çünkü gece vakti dışarıda olması biraz imkansız, ve tuğla yapamaz diye düşünüyorum.
- Ayak numarası her zaman iri olmakla alakalı bir şey değildir bence.
- Ayakkabı markasına da bağlı olabilir.
- Elinin izini de görsek belki bulabiliriz.
- Bunu yapan bir sarhoş bence. O da kim bilir nerde? Bulmak çok zor. Fabrikada çalışıp gece vardiyasından dönen birisi de olabilir o zaman gece vardiyasından dönenlerin ayak izine bakılabilir. Parkın bekçisi de olabilir.
- Bu bilgilerden yola çıkılarak herhangi bir sonuca ulaşılmaz bence.

Grup, niteliksel akıl yürütmeye dayalı varsayımlarını niceliksel hale getirmeye çalışmıştır.

- Yazalım herkesin ayak numarasını, boyunu ve kilosunu. Bir de öyle bakalım. (Grup üyelerinin ayak numarası, kilosu ve boy uzunluğu etkinlik kağıdına yazılıyor.)
37 numara, 54 kg, 168 cm
37 numara, 55 kg, 162 cm
38 numara, 51 kg, 163 cm
40 numara, 68 kg, 182 cm.
- Boy ve kiloya bakılarak ayak numarası bulunamaz bence.

Grup DONDURMA'nın çalışmadaki problem için ortaya attığı fikirler ve grup üyeleri arasında yaşanan diyalog, diğer gruplarda yaşananlara benzemekteydi, ancak diğer gruplar gibi problem durumunu anlayamadıklarını ifade eden herhangi bir tepki vermemişlerdir. Doğrudan problem durumuna ait varsayımlarda bulunmaya başlamışlardır:

- Vücudu iri olan insanların ayak izleri de büyük olacak diye kesin bir yargı söyleyemeyiz.
- Ayak izinin çamura ne kadar battığını tespit ederek, kişinin yaklaşık ağırlığını öğrenebiliriz.
- Vücudu iri olanın ayak izi büyük olacak diye bir şey yok ki.
- Evet. Yani sonuçta çamura ne kadar battığını bilmiyoruz ki.
- Eğer daha çok kiloluysa çamurun içine daha çok batmış olabilir de.
- Ee... peki bu kişinin ayak izinden arkadaşlarını nasıl bulacağız?
- Yok, arkadaşlarını bulmamızı istemiyor ki.
- Bence vücut büyüklüğü ayak büyüklüğüyle ters orantılı olabilir.
- Sadece ayak izinden de bulunmaz ki, veri çok yetersiz bence.
- Demek ki verileri biz üreteceğiz, bir şey vermemiş çünkü.
- Ama başka birinin ayakkabısını da giymiş olabilir. Büyük bir ayakkabı giymiştir.
- Dünyada altı milyar insan var. Hepsinin ayaklarını nasıl kontrol edeceğiz?

Grup BAST'ın problemle ilk karşılaştıklarındaki tepkileri diğer gruplarından biraz daha farklıydı. Problemi çözülmesi gereken gizemli bir olay olarak ele almışlardır:

- Tam bizlik bir olaymış bu ya...
- Başkasının ayakkabısını giyip de onunla gitmiş olabilir.
- Bu olayda kesinlikle ayakkabı kullanılmıştır.
- Tek başına yapmış olabilir, çünkü sadece tek bir ayak izi var ortada.
- Belki kendini buldurmamak için büyük ayakkabı giymiş olabilir. Kendisi ufak bir insan da olabilir.
- Neticede yapılan kötü bir şey değil. O yüzden kendini gizlemeye gerek yok.
- Belki iyiliğinin bilinmesini istemiyordur.

Gizemli olay olarak ele aldıkları problem durumuna bu noktadan itibaren varsayımlarda bulunup, problem durumunda etkili olan değişkenleri belirlemeye başlamışlardır.

- Genellikle iri yapılı insanların vücut yapısı ile ayak büyüklüğü arasında doğru orantı vardır.
- Ayakkabı izine bakılarak, yapan kişinin yaşıyla ilgili genel bir yargıda bulunabiliriz. En azından bu kişinin çocuk olmadığı kesindir.
- Yapan kişi büyük ihtimalle erkektir. Çünkü erkeklerin ayakları büyüktür.
- Bu kadar iyi ayak izi çıktığına göre, zemin ya çamurlu ya da karla kaplıdır.

İlköğretim matematik öğretmenliği öğretmen adaylarının oluşturduğu gruplardan Grup ANTEN, problemle karşı karşıya kaldığında probleme getirdikleri yorumlar sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının yorumlarına benzemektedir. Bu grup da problemi okuduktan sonra hemen varsayımlar oluşturmaya başlamışlardır.

- Bu adamın boyu, ayakkabı iziyle doğru orantılı olabilir, benim tahminim böyle. Ayakkabı izi büyük olan kişi iri biri olabilir. Boyu uzun olabilir. Ama ikimizi karşılaştırdıkça, bazı istisnalar ortaya çıkabiliyor (Yanıdaki arkadaşına bakarak). Mesela boyu küçük, zayıf birinin ayakkabı numarası büyük olabilir. Sizin fikriniz nedir bu konuda?
- İnsanın ayak numarası büyük olup zayıf olursa veya şişman olup ayakkabı numarası küçük olursa yere uygulayacakları basınçlar farklı olacağından

şışman olan insanın ayak izi daha derin olacaktır. Boy artarsa da ayakkabı numarası büyük olacaktır.

- Sana katılmamak mümkün değil arkadaşım, doğru tahminler söyledin. Mesela sınıftakiler arasında bir istatistik yapabiliriz.
- Evet haklısın. Boylarını, kilolarını ve ayak numaralarını öğrenerek tablo yapabiliriz. Bu verilerin grafiğini çizdiğimizde belki bir denklem yakalayabiliriz. Hadi o zaman başlayalım.

Grup ANTEN, beyin fırtınası yaparak paylaştıkları niteliksel varsayımları niceliksel hale getirmeye başlamışlardır. Ve bunun için de problem durumundaki değişken olarak düşündükleri boy, kilo ve ayak numaralarından oluşan bir tablo yapmaya girişmişlerdir. Tabloyu yaparken kendilerinde varolan sayısal değerlerden yola çıkarak, ancak cinsiyet farkını da göz önünde bulundurarak tablo yapma yoluna girişmişler ve grafik çizip denklem bulmayı düşünmüşlerdir.

<u>Erkekler</u>	Kilo(kg)	Boy(cm)	Ayak numarası(cm)
Ramazan Uysal	73	1,80	29
Münip Yiğit	75	1,74	28
Yasin İsik	75	1,71	28
Ahmet Tüzer	85	1,81	27
<u>Kızlar</u>			
Demet Tascı	56	1,68	23
Sevda Arslan	51	1,65	23,5
Emine Aktas	70	1,73	25,5
Özlem Nargiz	50	1,61	22

Şekil 4.38 Grup ANTEN'in Ayak izi Problemiyle ilgili Verileri

Grup DÖRDÜ BİR ARADA, nitel akıl yürütmeye dayalı yorumlarla başlayıp, çalışmanın ilerleyen dakikalarında orantı kurma fikrini ortaya atmışlardır.

- İnsanların ayak yapısı o kişinin bedenini taşıyabilmelidir.
- Tuğlada ayak izi nasıl çıkar ki ya?

- Derinlik kilo ile doğru orantılıdır. Ayak izi ne kadar derinse kişi de o kadar ağırdır.
- Uzun boylu insanların ayak uzunlukları da uzun olmalıdır ki moment dengelenebilsin.
- Evet bence de doğru orantı olabilir. Ama her durumda doğru olmayabilir.
- Evet katılıyorum. Mesela bizim bayan bir komşumuzun boyu 175-180 arasında. Fakat ayak numarası 36 dır. O yüzden her durumda doğru değil. Ama çoğu kez doğru orantı vardır.
- Peki nasıl bir bağlantı kuralım o zaman? Bu arada belediye başkanı çok düşünceli bir insan. Keşke Amerika'da olsaydık hemen bilgisayardan bulunurdu CSI gibi.
- Kesinlikle. O zaman çoğu zaman doğru orantı oluyor. Ters orantının olduğu durumlar az ise, doğru orantıyı kullanmak daha uygun olur.
- Peki şöyle bir orantı kurabilir miyiz? Bir insanın boyu, ayak numarasının 4,5-5 katıdır gibi. (Grup üyeleri ayak numarası ile boy uzunluğunu düşünerek bu oranı ortaya atar.)
- Sonuç olarak şuna varabilir miyiz ki acaba? Bu konuşmalardan yola çıkarak, bir insanın boyu ayak numarasıyla doğru orantılıdır. Ve boy uzunluğu sanki ayak numarasının 4,5-5 katıdır. Derinliğe bağlı olarak da şunu söyleyebiliriz; kişinin ağırlığı arttıkça derinlik artmaktadır. Bu verilerden yola çıkarak ise kişinin genel görünümü hakkında bilgi sahibi olabiliriz diye düşünüyorum.

Grup MAT'ın da ilk anda verdiği tepkiler, diğer gruplarınkine benziyordu. Bu grup da, ayak uzunluğu ile boy uzunluğu arasında ve derinlik ile kilo arasında herhangi bir ilişki olup olmaması üzerine varsayımlarını yoğunlaştırmışlardır.

- Ayak uzunluğu ile boy uzunluğu arasında orantı olmalıdır.
- Tuğlada çıkan ayak izinin derinliği, kişinin iriliği hakkında bilgi verir. İz derinse iri, derin değilse daha zayıf olduğunu düşünebiliriz.
- Tuğlada ayak izi nasıl çıkabilir ki? (Grup üyeleri arasında sessizlik)
- Ne tuğlası! Yapan kişi belli ki çok mütevazî. Yaptığı iyiliğin kendisine mal edilmesini istemiyor.

- Ayak uzunluğu boyla doğru orantılı. Ayak izinin derinliği ile de kişinin kilosu arasında doğru orantı vardır. Acaba ayak izinden düz taban olup olmadığını çıkarabilir miyiz acaba?
- Arkadaşım iyi misin? Düz tabanla ne alakası var?
- Düz tabansa askere gitmemiştir. Askere gitmediği için de vatan borcunu böyle ödemeye çalışıyor.
- Arkadaşlar saçmalamayın. Daha mantıklı düşünün.
- O zaman iki şey üzerine yoğunlaşalım. Ayak uzunluğu ile boy uzunluğu arasında bir ilişki var mıdır? İkincisi ayak izi derinliği ile kilo arasında doğru orantı vardır.

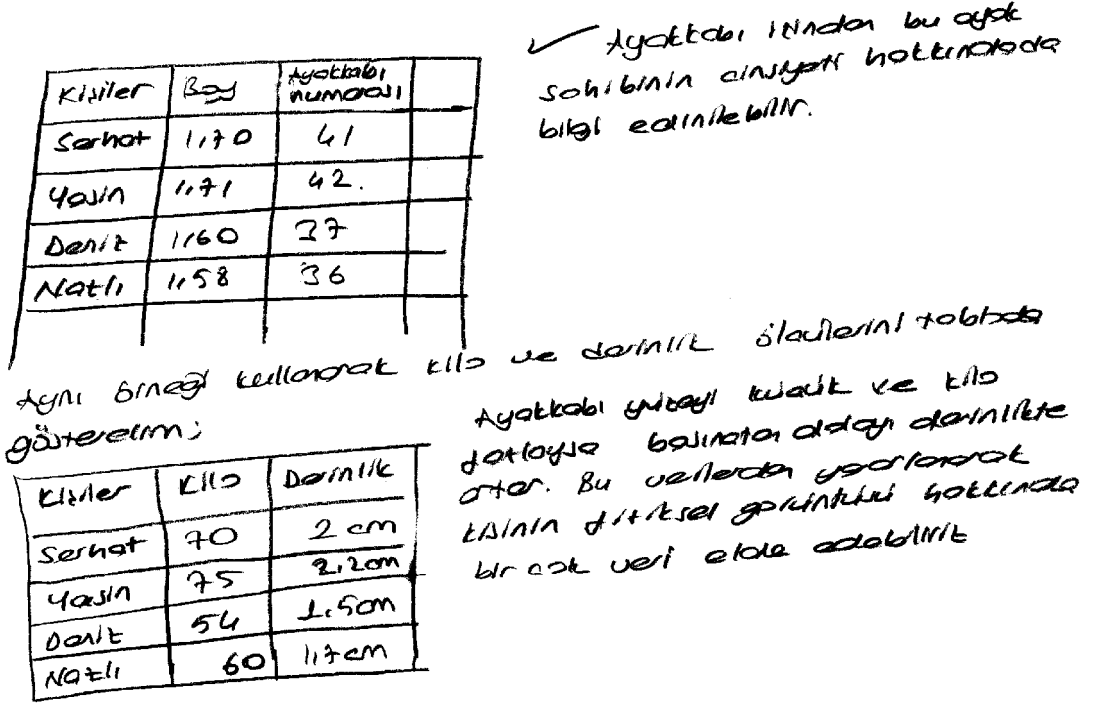
Grup FRIENDS üyeleri arasında yaşanan diyalog, daha çok ayak izinin hangi değişkenlerle alakalı olduğu üzerineydi, problem durumunu okuduktan sonra problemi niceliksele dönüştürmek istemişlerdir.

- Öncelikle ayakkabı kalıbının eninin, boyunun ve derinliğinin ölçülerini saptayalım.
- Bu ölçülere göre çukurun genişliği, kişinin kilosu ile ilgili bilgi verebilir.
- Kalıbın uzunluğu kişinin boyu hakkında bilgi verebilir bize.
- Ayakkabının çıkardığı bu iz sayesinde ayakkabının markası ya da ne tür bir ayakkabı olduğuna dair fikir verebilir.
- Ayakkabıdaki uzunluk ve derinlik arasında, kişinin boyunun kilosuyla orantısı hakkında bilgi verebilir. Bu orana göre, orta boylu, kısa boylu, şişman, zayıf gibi bir sonuç çıkarılabilir.
- Tüm bu saptamalar için, bir grup insandan örnek alınarak bir tablo oluşturulup genellemeler yapılabilir.

Öğretmen adayı modelleme sürecinin aşamalarını sözle belirtmesine rağmen grup bu süreci tamamlayamamıştır.

- Ayakkabı izinden ayrıca bu kişinin cinsiyeti hakkında da bilgi edinebiliriz.
- Kilo fazlaysa, basınçtan dolayı derinlik de artar. Bu verilerden yararlanarak, kişinin fiziksel görüntüleri hakkında birçok veri elde edebiliriz.
- Yapmış olduğumuz veri toplama işlemi sonucunda, grafikler elde etmeye çalıştık. Boy ve ayakkabı numarası ile, kilo ve ayak derinliklerini kullandık.

Boy ve uzunlukta cinsiyetin önemli olduğunu fark ettik. Ve bunun için de iki ayrı grafik oluşturduk.



Şekil 4.39 Grup FRIENDS'in Ayak izi Problemiyle ilgili Verileri

Grup CÖHR problemle ilgili düşüncelerini ortaya koyarken, öncelikle sayısal veriler üzerine odaklanmışlardır.

- Bir insanın ayağı o kişinin bedenini taşıyabilecek şekilde olmalıdır.
- Yani iri bir insanın ayağı da iri mi olmalıdır diyorsun? Öyle mi?
- İyi de o zaman ayak numarası aynı olan kişilerin boy ve kilosu da aynı mı olmalıdır?
- O zaman şöyle yapalım, boylarımızı ve kilolarımızı karşılaştıralım.
- Tamam o zaman verileri yazalım (Etkinlik kağıdının altına kendi boy, kilo ve ayakkabı numarası değerlerini not alırlar.).

	Boy	Kilo	Ayak no
Cantürk	173	72	41
Hülya	160	48	37
Ramazan	178	60	42

- Burada erkeklerin boy ve kiloları farklı olmasına rağmen, ayak numaraları birbirine yakındır. Bayanlarda ise, ayak numaraları daha küçük oluyor. Demek ki ayak izi, boy ile ilgili değil belki, ama kiloyla ilgili bilgi verebilir. (Ayak izinin boy ile ilgili olmadığı kararına varıyorlar.)
- İzin derin olması kiloya bağlıdır. Ama ayakkabı numarası kesinlikle boyla alakalıdır. Bayanlar anatomik olarak erkeklere göre daha kısa olduğundan ayak numaraları da daha küçüktür
- Sonuç olarak, normal insanın boyu ayak numarasın yaklaşık 4,5 katıdır. Kilosu da ayak numarasının 1,5-2 katı kadardır. Ayak izinin derinliğine göre kilosu tahmin edilebilir. Bulunan ayak izi 45 numaralı ayak izi ise, bu adam yaklaşık 180-190 boyunda ve 80-90 kg bir ağırlığa sahiptir.

Grup GFMG nin probleme yaklaşım biçimiyle Grup CÖHR ün yaklaşım biçimi birbirine benzemektedir.

- Bir insanın ayağı o kişiyi taşımalıdır değil mi?
- Yani iri insanın büyük, zayıf insanların ise küçük ayakları vardır.
- Mesela iki metre boyundaki bir insanın ayak numarası 35 olamaz.
- E herhalde, o kadarını tahmin edebiliyoruz.
- O halde farklı boylardaki ve farklı kilolardaki kişilerin ayak uzunluğu ile ilgili bir orantı kurmaya çalışalım.

	<u>Boy</u>	<u>Kilo</u>	<u>Ayak Numarası</u>	<u>Ayak Eni</u>
Fatma	160	47	35	taraksız
Gizem	168	64	39	taraklı
Meryem	163	52	38	taraksız
Gözde	160	49	37	taraksız

- O halde kendimizle ilgili verilere baktığımız zaman, ayak uzunluğu kişinin boyuyla orantılı, kilosu da ayak izinin derinliğiyle alakalı olmalıdır diyebilir miyiz?
- Evet kesinlikle öyle olmalıdır, sana katılıyorum.
- Böyle bir bilgiyi edinmiş olsak bile, bu bilgiyle tuğlaları yapan kişiyi bulmak mümkün müdür?

- Tabi ki hayır, bulamayız. Bir anket yapsak mı acaba?
- Herkes için genelleme yapamayız ki.
- Ama her ne kadar bu verilere göre bir şey bulmaya çalışsak bile, bu orantıyı bozacak kişiler vardır. Mesela boyu çok uzun olup, ayakları küçük olan ya da boyu küçük olup ayağı büyük olan birileri mutlaka vardır.
- Mesela külkedisinin boyu çok uzun ama ayakları nedense çok küçük, 34 numara (Gülüşüyorlar).
- Belki de tuğlaları yapan kişi bu istisnalardan biridir.

Ayak izi probleminin transkriptleri özetlenirse beş farklı yorum tipine ulaşılmaktadır:

Yorum 1 (Nitel Akıl Yürütmeye Dayalı Yorum): Düşünme sürecinin ilk 10 dakikasında öğrenciler grup olarak iyi çalışmıyorlardı. Sınıfta fazla bir uğultu vardı. Grup üyeleri bireysel olarak, insanların ayak izi büyüklükleriyle ilgili olarak sadece evrensel nitel yargılarda bulundular. Örneğin, ‘Vay canına...Bu adam kocaman... Bu irilikte daha önce hiç kız gördünüz mü? Bu iz aynı benim ayak izime benziyor...Yapan kişi belli ki çok mütevazi. Yaptığı iyiliğin kendisine mal edilmesini istemiyor. Başkasının ayakkabısını giyip de onunla gitmiş olabilir... Cinayet romanına benziyor sanki...’

Yorum 2 (Toplamsal Akıl Yürütmeye Dayalı Yorum): Bir öğretmen adayı ayağını, ayak izinin yanına koydu. Daha sonra kendi ayak parmağı ve ayak izindeki ayak parmağı arasındaki mesafeyi belirlemek için iki parmağını kullandı. Son olarak parmaklarını başının üstüne götürerek parmaklarıyla başına kadar olan mesafeyi ölçtü. Bu yaptığı işlem, ayak izine sahip kişinin boyunu tahmin etmesine yardımcı oldu. Bu yolu kullanarak toplamsal farklılıkları kullanmış oldular. Yani eğer bir ayak izi diğerinden 15 cm daha uzunsa, boylar arasındaki farkın da 15 cm olacağını düşündüler.

Düşünme sürecinin bu noktasında, öğretmen adaylarının düşüncesi oldukça tutarsızdır. Örneğin, hiç kimse bir öğretmen adayının tahmininin diğerinden oldukça farklı olduğunu ve anlam ifade etmeyen tahminlerin gözardı edildiğini fark

etmemiştir. Yavaş yavaş tahminler daha da belirginleştikçe, tahminler arasındaki farklılıklar fark edilmeye başlanmıştır.

Yorum 3 (Basit Çarpımsal İşlemlerle Mantık Yürütmeye Dayalı Yorum):

Burada mantık yürütme, ‘iki kat büyük olma’ gibi bir fikre dayanıyordu. Yani, eğer benim ayağım seninkinin iki katı büyüklüğündeyse, o zaman boyumun da seninkinin iki katı uzunluğunda olacağı tahmini üzerineydi.

Yorum 4 (Örüntünün Farkına Varmaya Dayalı Yorum):

Sürecin bu kısmında, grup olarak birlikte çalışmaya başladılar. Burada öğrenciler ölçümler üzerine yoğunlaşmak için bir çeşit somut grafik yaklaşımı kullandılar. Yani bir duvara yaslandılar. Boyları arasındaki ilişkiyi tahmin etmek için ayak izlerini karşılaştırdılar. Bu düşünme yolu, öğrencilerin düşüncelerinin yoğunlaştığı noktanın doğrusal olması gerektiği varsayımına dayanıyordu. Bu da birbiriyle bağlantılı ilişkilere farkında olmadan çarpımsalmış gibi davranıldığı anlamına gelmektedir. Öğrenciler bu süreçte şu cümleleri kullandılar :

‘İşte şunu deneyin... Sınıfın duvarına yaslanın... Topuklarınızı buraya duvara yaslayın... Cevdet sen burada dur...Ufuk sen burada dur... Ben de burada duracağım, çünkü ben Cevdetle nerdeyse aynı boydayım. (Cevdetle Ufuk arasındaki bir noktayı işaret ederek) (sessizlik) Şimdi Ramazan nerede olmalı? Ayak parmaklarının tam önünden geçen bir çizgi çizmek için kolunu yere uzatır. (sessizlik) İşte bence şurada olmalı...(uzun bir sessizlik) Tamam. Yani Ramazan nerde durmalı? Bu civarlarda olmalı...(Düz bir çizgide herkesin ayak parmaklarının sıralandığı yerdeki bir noktayı gösterir.)

Düşünme sürecinin bu noktasında, öğretmen adayları kendi gruplarıyla birlikte çalıştılar. Ölçümler, bir önceki düşünme sürecindekinden çok daha mantıklı ve tutarlı hale gelmiştir.

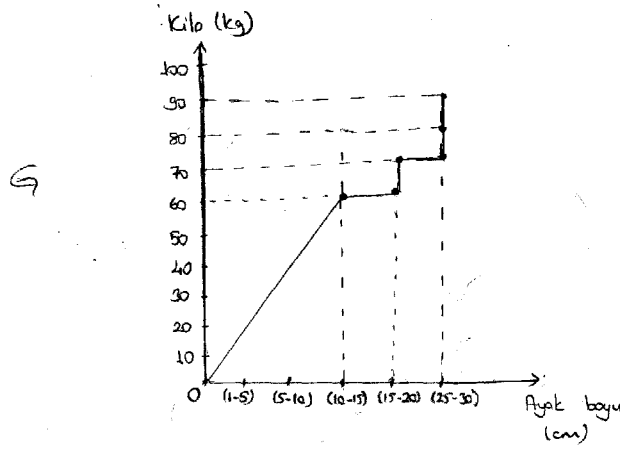
Yorum 5 :

Düşünme sürecinin sonunda, öğretmen adayları ayak izlerini ve boylarını karşılaştırırken çok daha net konuştular. Mesela şu tahminde bulundular. ‘Kişinin boyu, ayak izi büyüklüğünün 4,5 katı kadardır.’ Ve en son şu cümleyi de kurdular: ‘ tabi ki kendi ayaklarının uzunluğunun 4,5 katına bakılarak.’

4.1.4 Öğretmen Adaylarının Modelleme Yeterlikleri

Sınıf öğretmeni ve İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının oluşturduğu grupların ayak izi problemi ve voleybol problemine ilişkin çalışma kağıtları ve bu çalışma kağıtlarından elde edilen performans sonuçları aşağıda sunulmuştur.

4.1.4.1 Sınıf Öğretmeni Adaylarının Ayak izi Problemiyle ilgili Modelleme Yeterlikleri



Ayak boyu ile kilo arasındaki grafiğe bakıldığında zaman yukarıya doğru bir artış olduğunu gözlemliyoruz. Özellikle 60, 70, 80, 90 kilolarda artış olduğunu görüyoruz. 60 kilolu kişilerin 10-15 ve 15-20 aralığında yer aldığını, 70 kilolunun 15-20 ve 25-30, 80 ve 90 kilolularında (25-30) aralığında yer aldığını grafikten çıkarıyoruz. Kilo artışıyla birlikte ayak boyunda da artış olduğunu söyleyebiliriz.

Şekil 4.40 Grup CIRCIR'ın Ayak Boyu-Kilo Grafiği

Çalışmaya katılan ilköğretim matematik öğretmeni ve sınıf öğretmeni adaylarının oluşturduğu grupların çoğunluğu kilo ile ayak boyu arasında bir ilişki kurmaya çalışmıştır.

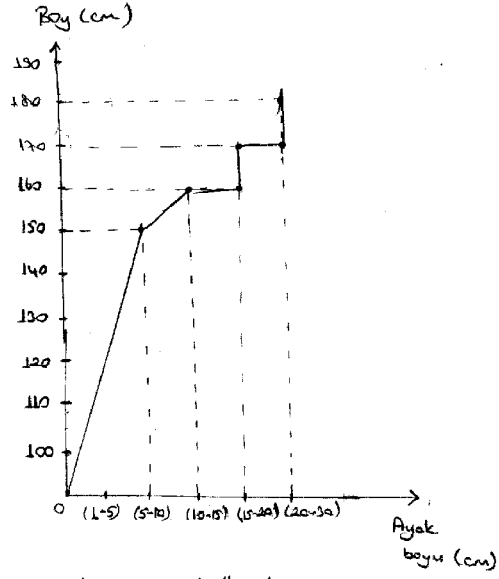
$$\frac{80}{52} = 2$$

$$W = m \cdot g$$

↓
60. 9.8

$$d = \frac{m}{v} \rightarrow \frac{60 \cdot 10}{10}$$

$$w = \frac{84}{52}$$



Kilo gibi boyda, ayak boyunu belirlemede kullandığımız kriterlerden biridir. Boy-ayak boyu grafiğinin, kilo-ayak boyu grafiğine benzerliği dikkat çekiyor. 150 cm boyundakiler (5-10) arasında, 160 cm olanlar 10-15 ve 15-20 arasında, 170 cm boyundakiler 15-20 ve 20-30 arasında, 180 cm boyundakiler 20-30 arasında değer almışlar. Yine kilo-ayak boyu grafiğinde olduğu gibi yukarıya doğru bir artış gözlemlenmiş. Boy uzunluğu arttıkça ayak boyunda da belli bir artış olduğu so. nucuna varabiliriz.

Şekil 4.41 Grup CIRCIR'ın Ayak Boyu-Boy Grafiği

Grup CIRCIR, boy uzunluğunu ayak boyunu belirlemede kullanılan kriterlerden biri olarak ele almıştır. Problemlerle ilgili anahtar değişkenlerini belirlemişlerdir. Boy uzunluğu arttıkça ayak boyunda da bir artışın olduğu sonucuna varılarak, doğru orantılı olduğu hissettirilmiştir, fakat cümle olarak ifade edilmemiştir. Grubun modelleme süreci genel olarak başarılı geçmiştir.

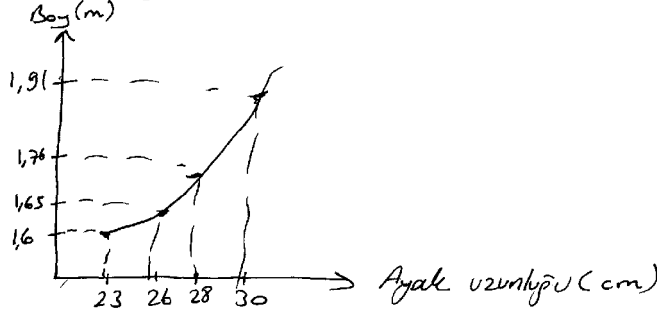
İSKORPİT

AYAK İZİ RAPORU

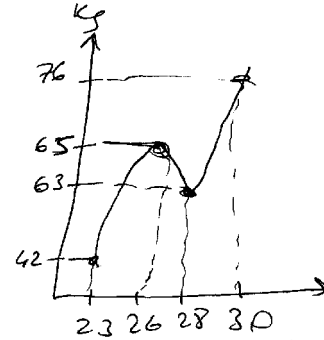
İSKORPİT

Kilon arttıkça ayak genişliği, boy arttıkça ayak uzunluğu artar.				
x kişi:	Boy	Ayak uzunluğu	Ayak genişliği	Kilo
	1,76m	28 cm	6 cm	63 kg
y kişi:	1,6 m	23 cm	5 cm	42 kg
z kişi:	1,65 m	26 cm	6 cm	65 kg
a kişi:	1,57 m	30 cm	8 cm	76 kg

ORTALAMA

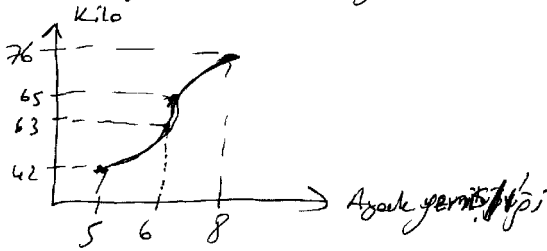


Boy arttıkça genelde ayak uzunluğunun artışı gözlemlendi.



Ayak uzunluğu kilo, ayak uzunluğu orantısaldır. (değiştirilmez!)

* Ayak genişliği daha çok kiloyla alakalıdır.



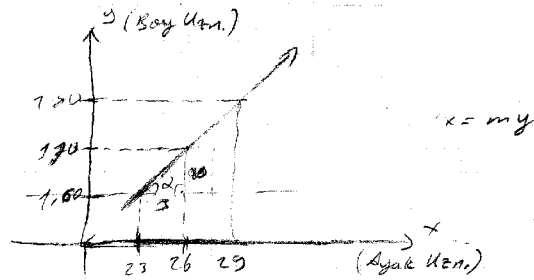
Şekil 4.42 Grup İSKORPİT'in Ayak izi Problemi Etkinliği

Grup İSKORPİT de, bir önceki grup ile aynı düşüncelere sahiptir. Önce problemle ilgili anahtar değişkenlerini listelemişlerdir. Yaptıkları grafiklere göre, boy attıkça ayak uzunluğu artar yönündedir. Bununla birlikte kilo ve ayak uzunluğu, ayak genişliği ve kilo arasındaki ilişkiyi yakalamak için onlara ait grafikleri de oluşturmaya çalışmışlardır. Değişkenler arasındaki ilişkiler yapılandırılmaya çalışılmış, ancak grafik oluşturma kısmında başarısız olunmuştur. Grafik çizimine gereken özen gösterilmemiş, aralıklar keyfi olarak alınmıştır. Son olarak, ayak genişliğinin daha çok kiloyla alakalı olduğu, kilo ve ayak uzunluğunun orantısaldır olmadiğini not etmişlerdir.

GÖKYÜZÜ

Emine	1,55	23cm		
Ödül E.	1,60	24,9 cm	} 22,6	1,60 ⇒ 22,6
Özge U.	1,60	23,5 cm		
Sevkiye G.	1,60	21,5 cm		
Arzu K.	1,63	24,1 cm	} 23,3	1,63 ⇒ 22,3
Elif Ö.	1,63	22,5 cm		
Sadık C.	1,65	24,1 cm		1,68 ⇒ 23,8
Yakemin B.	1,67	22 cm		
Özge K.	1,68	24,1 cm		120 ⇒ 25,5
Duygu D.	1,68	26,1 cm	} 23,8	125 ⇒ 26,25
Emel	1,68	23,5 cm		
Hande C.	1,68	24 cm		
Mehmet Ö.	1,68	24,5 cm		160 ⇒ 16,5
Nilde	1,70	27 cm	} 25,5	3cm ⇒ 0,3cm ⇒ 0,1
Çiğdem K.	1,70	24 cm		
Aslıhan A.	1,73	25 cm		160 ⇒ 16,8
Mecan	1,75	26 cm		8cm ⇒ 1,2cm ⇒ 0,15
Nihal	1,75	25 cm	} 26,25	160 ⇒ 17,0
Mehmet A.	1,75	27,5 cm		
Çiğdem B.	1,76	27,9 cm		16cm ⇒ 2,9cm ⇒ 0,29
Buket	1,80	28 cm		160 ⇒ 17,5
Melike	1,85	28 cm		15cm ⇒ 3,15 ⇒ 0,21
Emrah E.	1,87	28,5cm		120 ⇒ 17,5
Osman C.	1,90	27,9cm		5cm ⇒ 0,75 ⇒ 0,15
Cemile F.	1,92	28,9cm		7cm ⇒ 0,45 ⇒ 0,35

boy uz. (cm) = 0,30 Ayak ↑



$$y = ax + b$$

$$\begin{aligned} (-) / 160 &= 23a + b & 160 &= \frac{23 \cdot 10}{3} + b \\ 170 &= 26a + b & b &= 83,3 \\ \hline 10 &= 3a & y &= \frac{10x}{3} + 83,3 \\ a &= \frac{10}{3} \end{aligned}$$

Şekil 4.43 Grup GÖKYÜZÜ'nün Ayak izi Problemi Etkinliği

Grup GÖKYÜZÜ, etkinlik sırasında en fazla veri toplayan grup olmuştur. Probleme ilgili çeşitli varsayımlarda bulunmuşlardır. Bu varsayımlardan birisi de, ayak uzunluğu ile boy uzunluğunun doğru orantılı olduğu şeklindedir. Verilerini grafiğe dökerken orijinden geçen doğru grafiği çizmişlerdir. Fakat doğru denklemini yazarken, orijinden geçmeyen doğru denklemi olarak yazmaya çalışmışlardır ve yukarıda görüldüğü gibi, orijinden geçmeyen bir doğru denklemi bulmuşlardır.

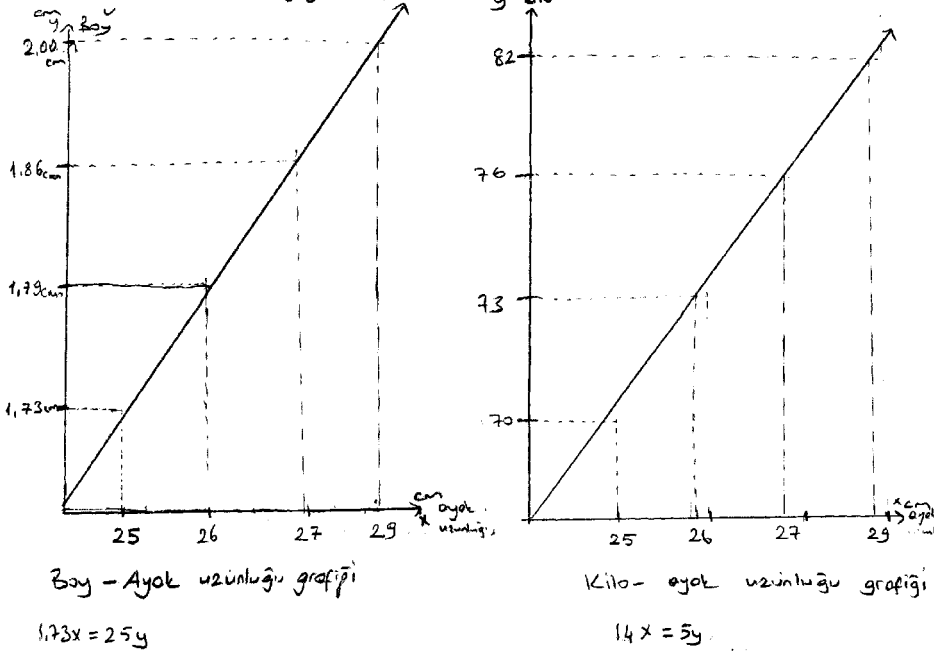
Ellerinde çok fazla veri olmasına rağmen, grafikte sadece üç veriyi göz önünde bulundurmışlardır. Grup, grafiklerini çizerken oldukça özensiz davranmıştır. Bununla birlikte grubun modelleme süreci genel olarak başarılı geçmiştir.

Grup: BAST

SINIF ÖĞRET

AYAK İZİ PROBLEMİ İLE İLGİLİ RAPOR

Raporumuzda; genel olarak vücut ağırlığı, boy uzunluğunun ve ayakkabı numarası ile doğru orantılı olduğu söyledi. Bu sonuçları, veri ile gerçekleştirdiğimiz söyleyişi sonucunda vardık.

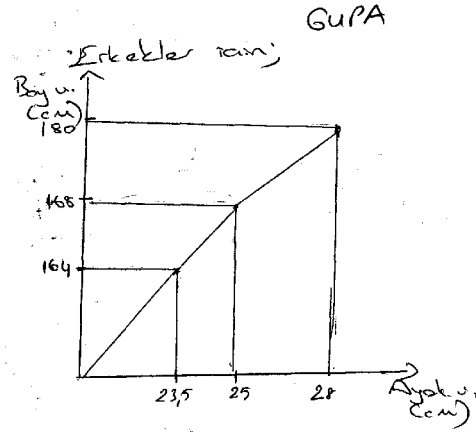
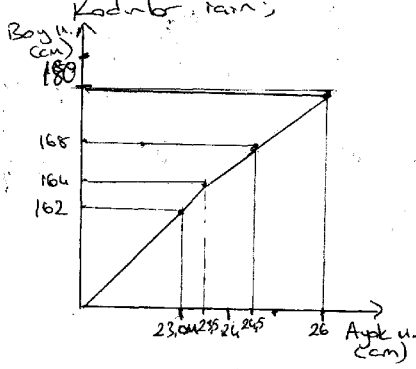


Şekil 4.44 Grup BAST'ın Ayak izi Problemi Etkinliği

Grup BAST'ın oluşturduğu grafikler de yukarıda görülmektedir. Bu grup da kilo ile ayak uzunluğu ve boy ile ayak uzunluğunun ilişkili olduğunu düşünmüşler, grafiklerini çizerken başlangıç noktasından başlatmışlardır. Fakat grafiklerdeki aralıklar belirlenirken gereken özen gösterilmemiştir. Ayak uzunluğu-boy grafiğinde boy uzunluklarını gösterirken örneğin, 173 cm olan kişinin boyunu 1,73 cm olarak yazmışlardır. Düşündükleri ifadeyi yanlış olarak kullanmışlardır. Bunun da

dikkatsizlikten kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu sebepten dolayı grafikten denklem yazmada başarılı olamamışlardır. Matematiksel bilgiyi tam olarak kullanamadıkları gözlenmiştir. Eğer bu bilgiyi doğru kullanabilselerdi modelleme sürecinin tüm yeterliklerini yerine getirmiş olacaktı.

1- Kadın ve Erkeklerde aynı tutulmuş sortuyla; ayak uzunluğu ile boy uzunluğu ile doğru orantılıdır. (İstisnalar hariç) Kadının ayakları biraz daha küçüktür, diyebiliriz çünkü araştırmalar sonunda genelde aynı boydaki kadın ve erkekte erkekten ayak uzunluğunda daha fazla olduğunu gördük. Fakat boy uzunluğunun çok fazla olduğu zaman ayak uzunluğundaki doğru orantılı artış biraz azalır. Aşağıdaki grafiklerde gösterilmiştir;



2- Eğer kişi kilolu ise ayak izinin genişliği fazladır. Kilodan dolayı ayak hem genişler hem de kilonun yaptığı basınçtan dolayı ayak yayılır ve izi daha geniş olur. Tabiki bu boy ve ayak uzunluğu kadar önemli bir ölçü değildir ama buna belirleyici bir özelliktir. Ayrıca kilonun fazla olması ayak izinin daha derin olmasını sağlar. Ayak izinin derinliği bize kişinin kilosunu hakkında ipucu verebilir. Tabiki bu tespit için zeminin (ayak izinin olduğu zeminin) yumuşaklığı da önemli. Aynı zamanda aynı sortoban bir ayak izi oluşturarak elde edilen verilerle ayak izinin verileri karşılaştırılarak güzel bir tespit yapabilirsiniz.

3- Biraz hayal gücüyle ayakkabının izinden de faydalanabiliriz. Bu biraz kül kedisi masalına döner ama... :) Ayakkabı izi kimin ise Belediye Başkanından teşekkürü o kişi kazanır ve Başkanın müradına erer...

Şekil 4.45 Grup GUPA'nın Ayak izi Problemi Etkinliği

Grup GUPA'nın hazırlamış olduğu grafikler, orijinden geçen grafiklerdir. Ele aldıkları problemin anahtar bileşenleri arasındaki ilişkileri irdeleyerek sonuca gitmeye çalışmışlardır. Fakat veri olarak, az sayıdaki veriyle problemin matematiksel formunu oluşturmayı denemişlerdir. Değişkenler arasındaki ilişkiyi yapılandırmışlar ve bu ilişkinin doğrusal olduğu grafiklerden görülmektedir. Ancak problemin matematiksel formülasyonuna dair bir çaba gözlenmemiştir. Bu grup da, belirleyici bir özellik olarak kiloyu ele almıştır. Ayak izinin derinliğini kilo ile ilişkilendirip, bunun da olay için ipucu olabileceğini belirtmişlerdir.

Araştırmadaki grup çalışmalarında öğrenciler fikirlerini ifade ederek, değişkenlerini belirleyerek ve deneysel modellerini oluşturmaya çalışarak, test ederek ve gözden geçirerek birçok tekrar eden süreci sergileme şansına sahip olmuşlardır. Problemlere yapısal olarak uygun olan kendi matematiksel fikirlerini ya da kavramsal fikirlerini üretip geliştirme fırsatını yakalamışlardır. Genel olarak bakıldığında öğretmen adaylarının oluşturduğu grupların modelleme sürecini başarılı olarak geçirdikleri gözlenmiştir. Grupların özellikle basitleştirme, matematikselleştirme ve transformasyon aşamalarında iyi performans sergiledikleri fakat yorumlama ve geçerlilik aşamalarını tam olarak yerine getiremedikleri görülmüştür. Bunun nedeni olarak da öğretmen adaylarının matematik bilgilerini problemde kullanamadıkları ya da bilgi eksiklikleri olduğundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Uygulamalarda grup üyelerinin modelleme aşamalarının tümünü takip edememesi olası bir durumdur. Problem çözücü durumunda olan grup üyeleri, aşamaları atlayabilirler, tekrar edebilirler veya gerekirse geriye dönüş sergileyebilirler. Aşağıda grupların matematiksel modelleme sürecindeki sergiledikleri performans sonuçlarını gösteren tablolar verilmiştir. Performans sonuçları, birinci ve ikinci kodlayıcı tarafından Ek-F deki puanlama anahtarına göre puanlanmıştır.

Tablo 4.18 Sınıf Öğretmeni Adaylarının Ayak izi Problemiyle ilgili Performans Sonuçları (Birinci Kodlayıcı)

Grup Adı	BAS	MAT	TRANS	YOR	GEÇ	TOPLAM
İSKORPİT	4	3	1	1	1	10
MUALLİM	4	4	1	2	1	12
GÖKYÜZÜ	4	4	3	2	2	15
CIRCİR	4	3	3	2	2	14
GUPA	4	4	4	3	2	17
DONDURMA	4	2	2	1	1	10
BAST	4	4	3	3	2	16
JARTİYER	4	3	2	2	2	13

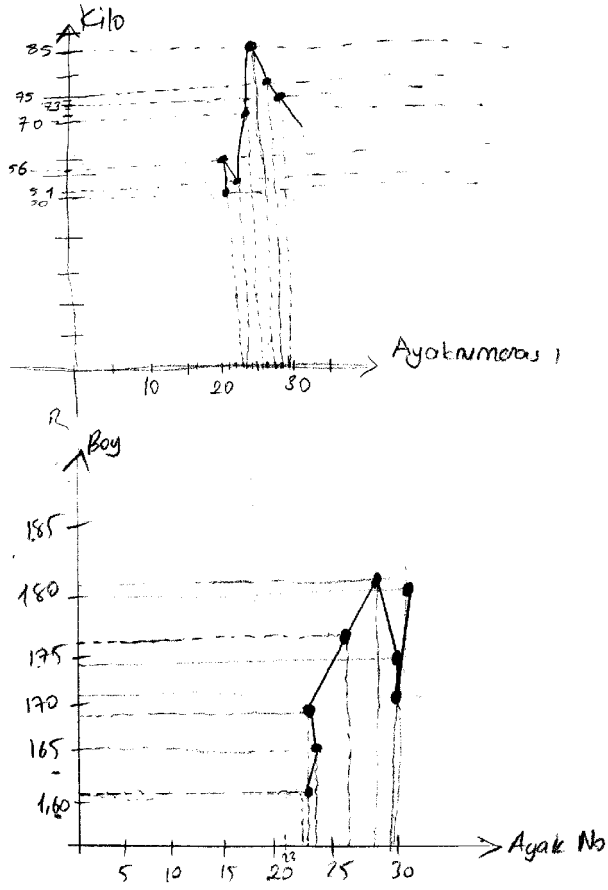
Tablo 4.19 Sınıf Öğretmeni Adaylarının Ayak izi Problemiyle ilgili Performans Sonuçları (İkinci Kodlayıcı)

Grup Adı	BAS	MAT	TRANS	YOR	GEÇ	TOPLAM
İSKORPİT	3	3	3	1	1	11
MUALLİM	4	4	2	2	2	14
GÖKYÜZÜ	4	4	4	3	3	18
CIRCİR	4	4	3	3	3	17
GUPA	4	4	4	3	3	18
DONDURMA	4	3	3	1	1	12
BAST	4	4	4	4	3	19
JARTİYER	4	3	3	1	1	12

4.1.4.2 İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Ayak izi Problemiyle ilgili Modelleme Yeterlikleri

İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının da Ayak İzi problemini çözmek için gösterdikleri performanslar aşağıda gösterilmiştir. Grup ANTEN'in soruya getirdiği çözüm aşağıda gösterilmiştir:

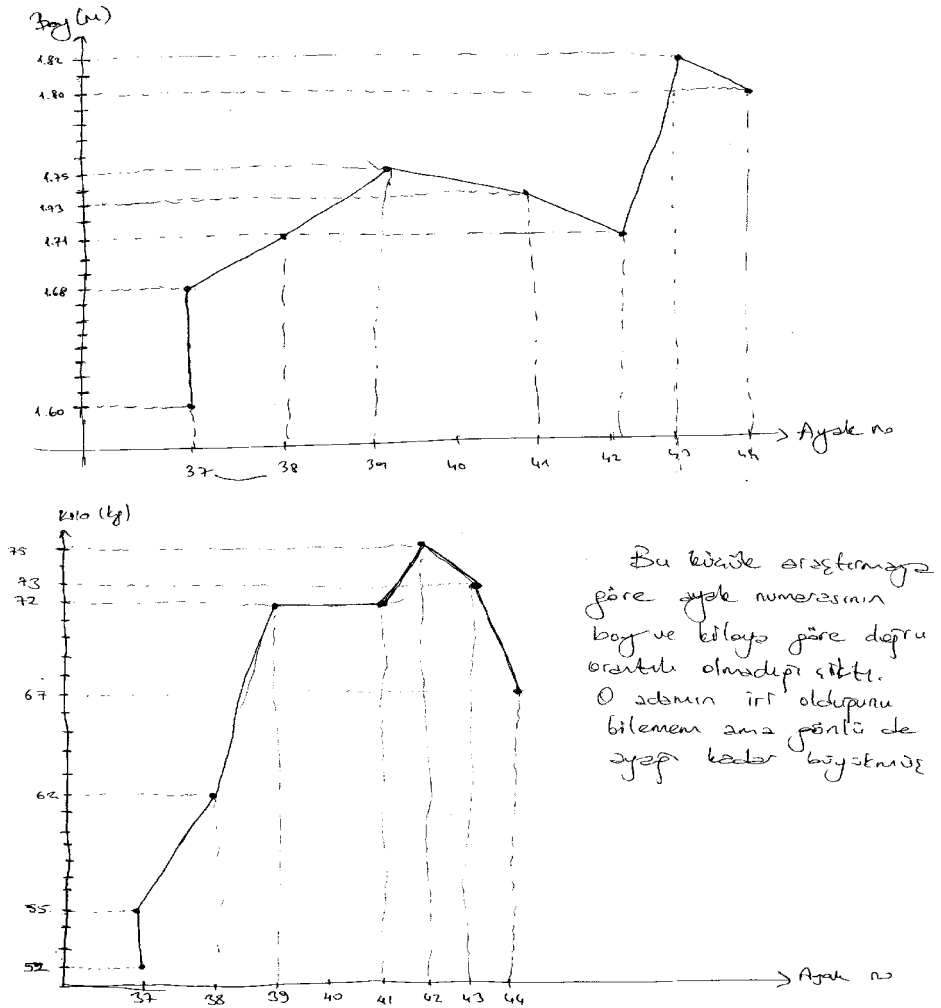
Erkekler	Kilo(kg)	Boy(cm)	Ayak numarası(cm)
Ramazan Uysal	73	1,80	29
Münip Yiğit	75	1,74	28
Yasin Işık	75	1,71	28
Ahmet Tüzer	85	1,81	27
Kızlar			
Demet Tascı	56	1,68	23
Selda Arslan	51	1,65	23,5
Emine Aktas	70	1,73	25,5
Özlem Nargiz	70	1,61	25



Not: Kiloya ve boya göre ayak numarasının arttığını söyleyemeyiz. Grafikten de görüldüğü gibi ayak ve artmasına rağmen kilo ve boy bazen artmış bazen azalmıştır.

Şekil 4.46 Grup ANTEN'in Ayak izi Problemi Etkinliği

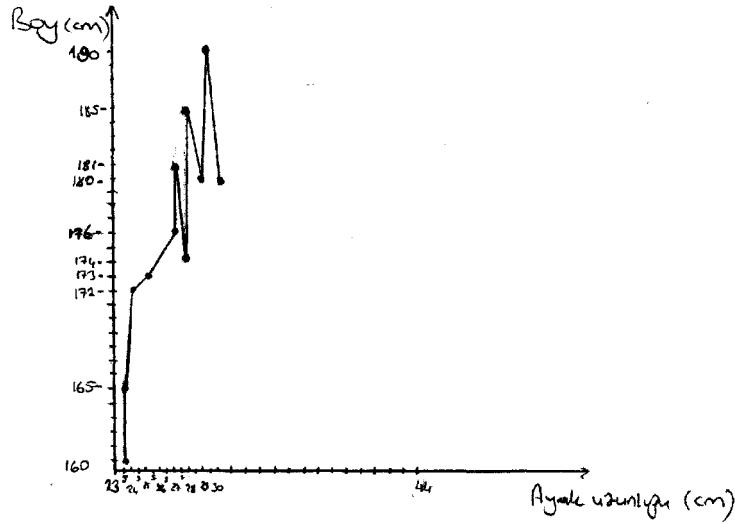
ANTEN grubu ilk değişken olarak cinsiyeti ele alıp, kızlar ve erkekler olmak üzere iki grup yapmışlar, daha sonra kilo, boy ve ayak numarası olmak üzere üç anahtar değişken belirlemişlerdir. Kilo-ayak numarası ve boy-ayak numarası grafiklerini çizmişlerdir. Ancak grafikleri çizerken cinsiyeti göz ardı etmişlerdir. Sorunun çözümü için kilonun da ayak uzunluğunu belirlemede bir değişken olabileceğini düşünmüşlerdir. Grup ANTEN'in grafiklerin altında yaptıkları yorum, 'Kiloya ve boya göre ayak numarasının arttığını söyleyemiyoruz. Ayak numarası artmasına rağmen kilo ve boy bazen artmış, bazen azalmış.' şeklindedir. Grup veri toplama olayını ve verileri grafiğe aktarma aşamalarını yapmış, ancak grafiği yorumlama ve grafikten matematiksel bir ifade elde etme konusunda başarısız olmuşlardır.



Şekil 4.47 Grup MAT'ın Ayak izi Problemi Etkinliği

Grup MAT öncelikle problemdeki anahtar değişkenler olarak boy, ayakkabı numarası ve kiloyu dikkate almıştır. Boy ve ayakkabı numarası ile kilo ve ayakkabı numarası olmak üzere iki ayrı grafik çizmiştir. Grubun ayakkabı numarası olarak aldığı değişkenden kasıt, ayak uzunluğu değildir. Grafiklere göre grubun yorumu, ayak numarasının boy ve kiloya göre doğru orantılı olmadığıdır. Ancak yaptıkları yorum ilginçtir: 'Adamın iri olduğunu bilemem ama gönlü de ayağı kadar büyükmüş.' şeklindedir. Grafiği çizerken aralıklar eşit olarak alınmamıştır. Dolayısıyla grafiğin çizimi doğru olmamıştır.

	Boy	Ayak uzunluğu (cm)	Kilo
1)	1,80	29	73
2)	1,80	30	66
3)	1,74	28	75
4)	1,73	25,5	70
5)	1,65	22,5	51
6)	1,78	27	85
7)	1,90	29,5	100
8)	1,76	27,5	73
9)	1,60	23,5	52
10)	1,85	28	85
11)	1,72	24	53



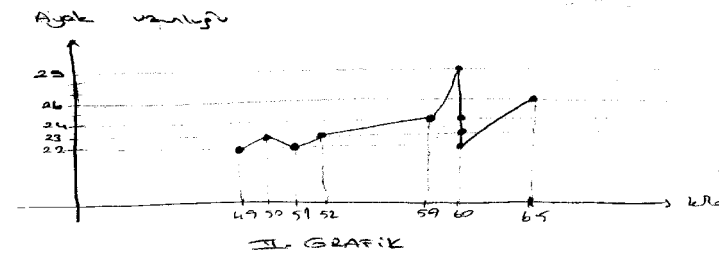
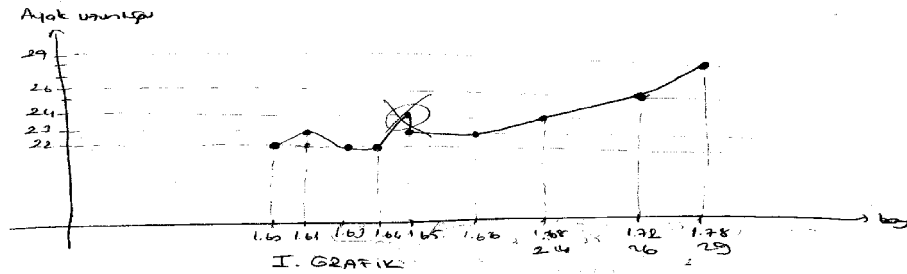
Yukarıdaki veriler göre ayak uzunluğu belli bir uzunluğa kadar sabit (160-165 cm) bu uzunluğa sonra yine belli bir uzunluğa kadar (181cm) defansal olarak artmakta (orada bir tane kişiye sükut) 180cm-190cm arası uzunlukta ayak uzunluğu ile boy uzunluğu arasında bir şey söyleyemeyebiliriz sonra çıkar. Grafikten orta boyda insanların ayak uzunluğu boy uzunluğu ile doğru orantılıdır diyebiliriz 180cm ve üzeri boy uzunluklarında kesin bir şey söyleyemeyiz.

Şekil 4.48 Grup GFMG'nin Ayak izi Problemi Etkinliği

Grup GFMG, grafiği parçalı olarak değerlendirmeye çalışmıştır. 160-165 cm ye kadar sabit, bu uzunluktan sonra yine 180 cm ye kadar doğrusal olarak artmaktadır. '180 cm ve üzerinde kesin bir şey söylenemez' şeklinde yorumlar yapmışlardır. Yine önceki grup gibi problemin anahtar bileşenleri arasındaki ilişkileri matematiksel olarak ifade etmeye yardımcı olacak bir matematiksel temsil olan grafik çizilmiştir. Modelleme sürecinin basitleştirme ve matematikselleştirme aşamaları tam olarak yerine getirilmiştir.

	Ayak Genişliği	Ayak Uzunluğu	Boy	Kilo
1.kişi		24 cm	1.65	60
2.kişi		22 cm	1.64	60
3.kişi		22cm	1.63	51
4.kişi		23cm	1.66	52
5.kişi		24cm	1.68	59
6.kişi		26cm	1.72	65
2 kor		28cm	1.61	50
8.kişi		22cm	1.60	49
9.kişi		29cm	1.79	60
10.kişi		23cm	1.67	60

Şekil 4.49 Grup KARDELEN AYŞE'nin Ayak izi Problemine ilişkin Verileri



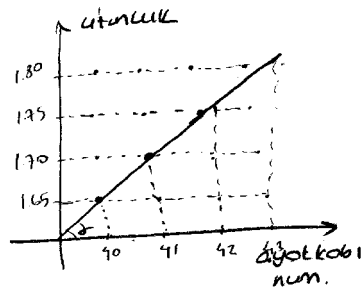
I. GRAFİK
* Boy uzunluğu ile ayak uzunluğu doğru orantılıdır
Ayak uzunluğu = $\frac{y}{x}$
Boy = $\frac{x}{y}$ *
 $y = \frac{x}{2} - 10$
(İstisnalar kaideyi batırır)

II. GRAFİK
* Topladığımız verilere göre ayak uzunluğu ile kilo arasında herhangi bir bağlantı
olmadık.

Şekil 4.50 Grup KARDELEN AYŞE'nin Ayak izi Problemi Etkinliği

Bu grupta da problemin anahtar değişkenleri olarak ayak uzunluğu, boy ve kilo dikkate alınmıştır. On kişiden elde ettikleri verileri yazmışlardır. Ayak uzunluğu-boy ve ayak uzunluğu-kilo grafiklerini oluşturmuşlardır. 'Boy uzunluğu ile ayak uzunluğu doğru orantılıdır' şeklinde fikir belirtmişlerdir. Ayak uzunluğunun boy uzunluğunun ondalık kısmının yarısının on eksiğine eşit olduğunu söylemişlerdir. Topladıkları verilere göre ayak uzunluğu ile kilo arasında herhangi bir bağıntıya ulaşamadıklarını belirtmişlerdir. Ancak grafiklerin başlangıç noktaları belli değildir. Modellemenin basitleştirme ve matematikselleştirme aşamalarını yerine getirmişlerdir. Transformasyon aşamasında problemin matematiksel versiyonunu oluşturmaya çalışmışlardır. Ancak doğrusal bir denklem yazmalarına rağmen yazılan denklem, çizdikleri grafikte her durumda tutarlı değildir.

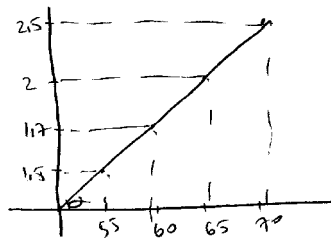
Serhatı yapmış olduğumuz veri toplama işlemi sonucunda elde ettiğimiz 50 sonuçta alt bir grafik elde etmeye çalıştık. Grafikte kişilerin boy ve ayak uzunluklarını, dışarıda ise kilo ve ayak derinliklerini kullandık. Boy ve ayak uzunluğunun doğru orantılı olduğunu düşündük ve bunun için boy ve ayak uzunluğu arasında 2 grafik oluşturduk.



erkek için

Bu doğrunun eğimi kişilerin boy ve ayak uzunluklarının oranı hakkında bilgi verir. Bu doğrunun eğimi $y = mx + n$ şeklinde bir denklemle elde edilir.

Bir diğer veri ise kişilerin kilosları ve yere uyguladıkları basınç değeri arasında oluşan deneyle ilgili veridir.



Yine bu denklem ve doğrunun eğimi kişilerin oluşturdukları deneyle kilosları arasındaki oranı verir. Oranlar değeri ağırlık 5nerlidir.

Şekil 4.51 Grup FRIENDS'in Ayak izi Problemi Etkinliği

Grup FRIENDS de kişilerin ayak uzunlukları-boy uzunluğu ve farklı olarak kilo-ayak derinliği grafiklerini çizmişlerdir. Grup, boy-ayak uzunluğu grafiğinde cinsiyetin de önemli bir değişken olduğuna karar vermiştir. Bundan dolayı kızlar ve erkekler için iki ayrı grafik oluşturmuşlardır. Elde ettikleri verilere göre başlangıç noktası orijin olan doğrusal bir grafik çizmişlerdir. Doğrunun eğim açısını da α ile göstermişlerdir. Fakat α 'yı kullanarak doğrunun denklemini yazma kısmında takılmışlar, hangi bilgiyi kullanacakları konusunda sıkıntı yaşamışlardır. Bununla birlikte $y=mx+n$ şeklindeki doğru denkleminde bahsetmişler, ancak kendi çizdikleri grafiğin denklemini yazma konusunda başarısız olmuşlardır. Kişilerin kiloları ile yere uyguladıkları basınç doğrultusunda oluşan derinliğin de grafiğini çizmişlerdir. Ancak çizdikleri grafikten bahsederken denklem kelimesini kullanmışlardır. 'Bu denklemde doğrunun eğimi, kişilerin oluşturdukları derinlikle kiloları arasındaki oranı verir.' diye yorumda bulunmuşlardır.

Boy	Ayak uzunluğu	Kilo	Boy	Ayak Uzunluğu	Kilo
1.64	23	50	1.60	22	49
1.78	29	60	1.60	23	47
1.72	28	71	1.62	25	53
1.67	23	60			
1.65	25	55			

Yorum / Arkadaş →

(n=8)

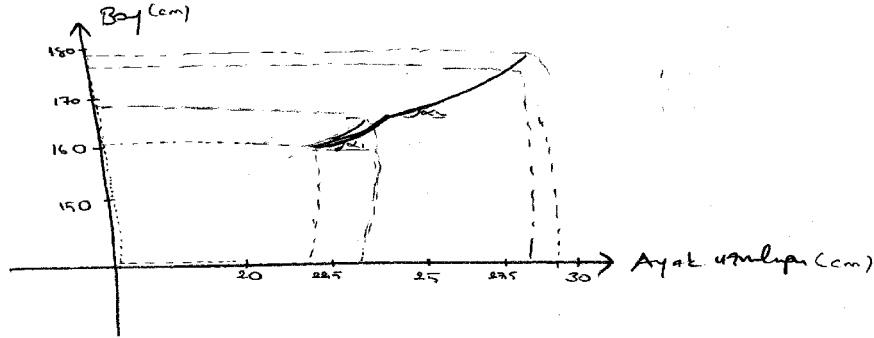
Ayak izi Problemi

Ayak izi problemi ile ilgili yapılan grup çalışması ortaya farklı yaklaşımlar aktardı. Bir ayak iziyle insanın vücut yapısı hakkında genel bir yargı oluşturulup oluşturulmayacağı üzerine yaptığımız tartışmalar neticesinde genel tahmin yürütme ile ilgili bir sonuç ulaştık. Buna göre ayak iziyle boyu hakkında yaklaşık bir tahmin yapma olasılığınız yüksükken kilo ile yada görünüm olarak net bir şey söylemek zor olduğuna düşündük. Grup içindeki verileri kullanarak insan boyunun ayak kabı numarasının 4,5 katı arasında değiştiği kanısına vardık. Boyu bu şekilde kolay tahmin ettiğimiz halde kilo için bu zansımız ne kadar ki 0,2. Kilo da ayak nozunun normalde 1,5 - 2 katı olabilir. Ancak insan anatomisi kişiye göre farklılık gösterdiğinden görünüm olarak yargıya varmak daha zordur. Bu problemde yapılabilecek zemindeki ayak izinin derinliği ve enine genişliğinde yaptığımız basıncı tahmin edebiliriz. Enme bir genişlik söz konusuysa kiloda farklılık olma ihtimali göz önüne alınabilir. Yapılan tahminlere göre denekler bulunup aynı yarıdan ayak izi örnekleri alınarak araştırılan kişiye dair en gerçekçi tahminler yapılabılır.

Şekil 4.52 Grup CÖHR'ün Ayak izi Problemi Etkinliği

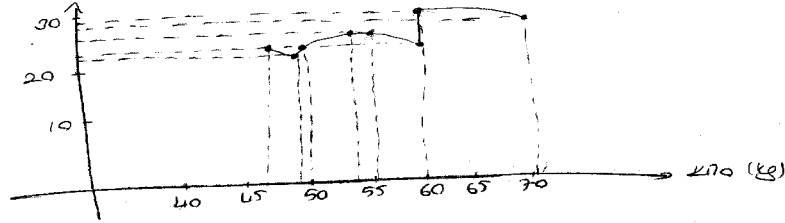
Grup CÖHR az sayıda veri toplayarak, topladıkları bu verilerle genel yargılara ulaşmaya çalışmışlardır. Grup içindeki verileri kullanarak insan boyunun ayak kabı numarasının 4 ile 4,5 katı arasında değiştiği kanısına varmışlardır. Fakat gerekli matematiksel işlemler yapılarak değil de, ellerindeki değerler arasından tahmini bir sonuç oluşturarak bu kanıya varmışlardır. Bu şekilde boyu kolayca tahmin edebiliriz diye belirtmişlerdir. Kiloyla ilgili varsayımlarda bulunmaya çalışmışlar ancak genel yargıya varmanın daha zor olacağını ifade etmişlerdir. Grup, modelleme sürecine uygun olarak, reel problemi anladıklarını göstermiş ve problem ile ilgili bileşenleri ortaya koymuşlardır. Yani basitleştirme ve matematikselleştirme sürecini yaşamışlardır. Fakat problemi daha net hale getirecek olan matematiksel bir temsili oluşturamamışlardır. Modelleme sürecinin matematikselleştirme aşamasında kalmışlar, transformasyon kısmında başarılı olamamışlardır.

*Genellenme yapacak olursak: boy uzadıkça ayak numarasının arttığını gördük. (?) kilo ile bir bağlantısı olduğunu düşünmedik.



Grafikte görüldüğü üzere ayak uzunluğu (cm) arttıkça boyda aynı oranda artış görülmektedir. Verilerin tümü dikkate alındığında aynı ayak uzunluğuna sahip kişilerin boyları da yaklaşık olarak aynıdır.

Ayak uzunluğu = x
 Boy uzunluğu = y (ondalık kısım olarak)
 $x = \frac{y}{2} - 10$
 Ayak uzunluğu (cm)



Görüldüğü gibi kilo ile boy uzunluğu arasında belirli bir bağlantı kuramayız. Ama boy ile ayak uzunluğu arasında bir bağlantı olduğu açıktır. Zaten fizikten de biliyoruz üzere bir cismin dengede kalabilmesi için cismin kütle merkezine olan momenti açısından bir bağlantı olmalıdır.

Şekil 4.53 Grup DÖRDÜ BİR ARADA'nın Ayak izi Problemi Etkinliği

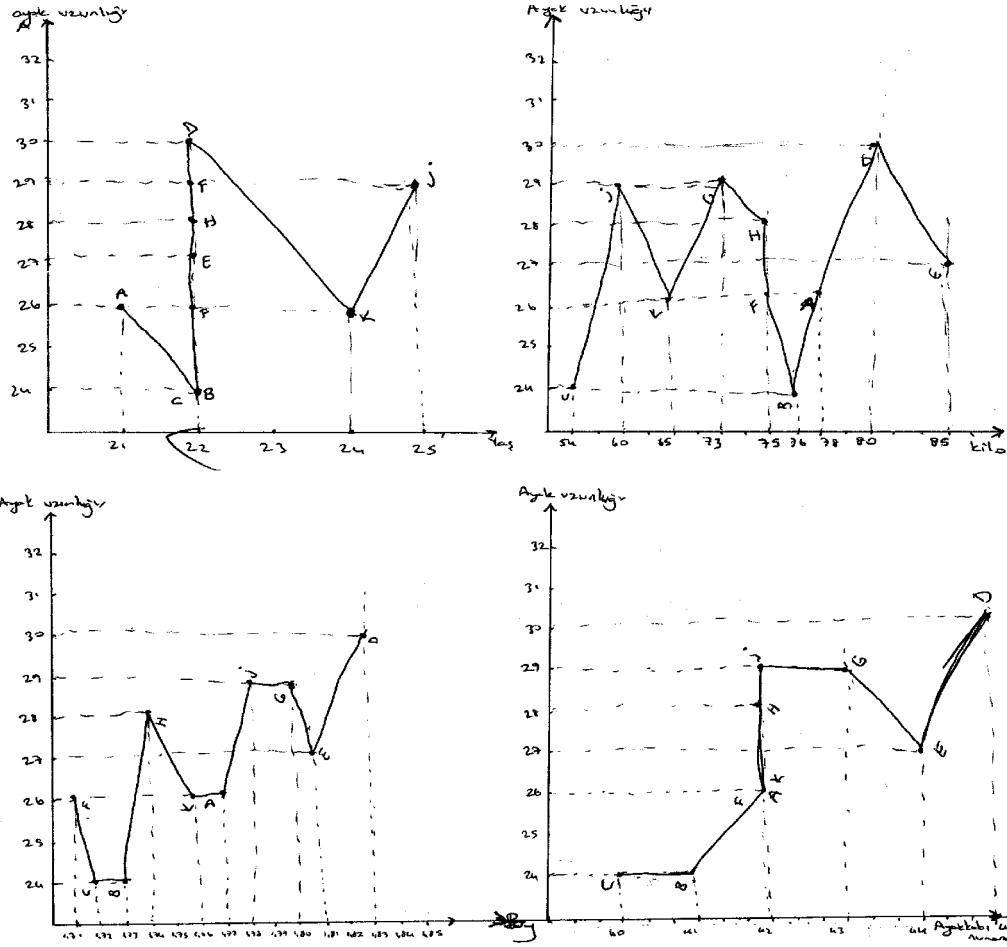
Grup, boy uzadıkça ayak uzunluğunun arttığını ancak kilo ile ayak numarasının bir ilişkisi olmadığını düşünmektedir. Aynı ayak uzunluğuna sahip kişilerin yaklaşık olarak boy uzunluklarının da aynı olduğunu belirtmişlerdir. Ayak uzunluğu x , boy uzunluğu y (y , boy uzunluğunun ondalık kısmı) olmak üzere bağlantıyı $x = \frac{y}{2} - 10$ şeklinde ifade etmişlerdir. Grup üyeleri, problemin matematiksel formunu çözmek için bir model kullanabilmektedir. Ancak bağlantının nasıl elde edildiğinin ya da bağlantının anlamlı ve genellenebilir bir ifade olup olmadığının gerekçelerini sunmamışlardır. Bununla birlikte grup modelleme sürecini genel

olarak başarılı geçirmiştir. Kiloyla ayak uzunluğu arasında bir bağıntı kurulamamıştır. Son olarak ayak uzunluğu ile boy uzunluğunun ilişkili olduğunu, fizikten de bilindiği üzere bir cismin dengede kalabilmesi için cismin kütle merkezine olan momenti açısından bir bağıntı olması gerektiğini hatırlatmışlardır.

Tuğla örneği yapıldığına göre bu kişi büyük ihtimalle erkektir. Zaten saklıdaki ayak izi erkek ayak kabısının izidir. Bunun için bizi sadece ~~alt~~ obje bu yüzden bakacağız.

isim	Yaş	Boy	Kilo	Ayak Ayak Uzunluğu	Ayak kabı Numarası
A	21	1.77	78	26 cm	42
B	22	1.73	76	26 cm	41
C	22	1.72	54	24 cm	40
D	22	1.83	80	30 cm	45
E	22	1.81	85	27 cm	44
F	22	1.71	75	26 cm	42
G	22	1.82	73	29 cm	43
H	22	1.74	75	28 cm	42
J	25	1.78	60	29 cm	42
K	24	1.76	65	26 cm	42

Verilerimizi elde ettik. Bunlara göre birer grafik çizerek olursak. Grafiklerde veri olarak y ekseninde ayak uzunluğunu kullanacağız. x ekseninde ise yaş, boy, kilo ve ayak kabı numarasını ek alacağız.

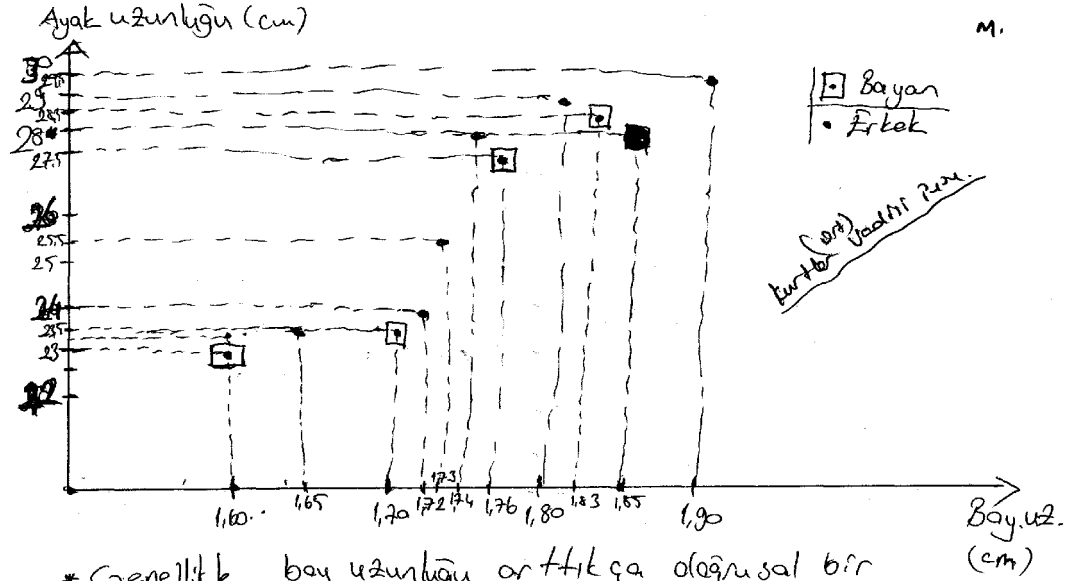


Görüldüğü gibi genelde x eksenindeki değerler büyüdükçe, y akseni de büyümektedir. Ancak aralarındaki istisna olan yerler var. Bunlarda vücudun özelliklerine, kişilerin yaş, cinsiyet, hormonları, kişisel özellikleri ve kalımları etki etmektedir. Aslında bizim burada kullanabileceğimiz, ancak sınırlı verileri deneklerden elde ettiğimiz ayak izi uzunluğu daha da yararlıdır. Ve bizim verilerimiz farklı farklı yerlerden gelen deneklerle yapılmıştır. Aynı yerde aynı koşullarda yaşamış insanların olacağını, tablo daha verimli olacaktır.

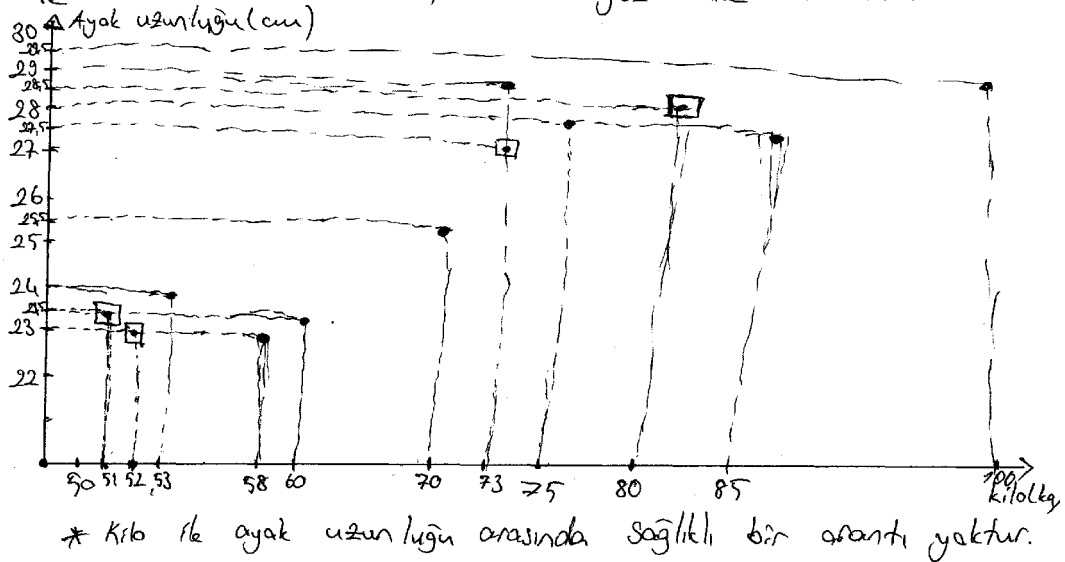
Şekil 4.54 Grup Werder Weremem'in Ayak izi Problemi Etkinliği

Grubun ilk varsayımı, problemde tuğla örme işi yapıldığına göre bu işi kesinlikle bir erkeğin yaptığıdır. Bununla birlikte belirleyici değişken olarak cinsiyeti ele almışlar, hem bayanlar hem de erkekler için iki ayrı grafik oluşturmuşlardır. Grafikler ayak uzunluğu-boy ve ayak uzunluğu-kilo olmak üzere hem bayanlar hem de erkekler için ayrı ayrı çizilmiştir. Grup sadece grafikleri çizip, x eksenindeki değerler arttığında y eksenindeki değerlerin de arttığını belirtmiştir. Herhangi bir matematiksel işlem yaparak grafiği yorumlama yoluna gitmemişlerdir. Verilerinin farklı farklı yerlerden gelen deneklerle yapıldığını aynı yerde aynı

koşullarda yaşamış insanların oluşturacağı grafiğin daha verimli olacağını da not olarak belirtmişlerdir. Grup üyeleri, modelleme sürecinin basitleştirme, matematikselleştirme ve transformasyon aşamalarını gerçekleştirebilmiş, fakat sonraki aşamaları tam olarak yerine getiremişlerdir.



* Genellikle boy uzunluğu arttıkça doğrusal bir şekile almasa da ayak uzunluğu artıyor. Bayan ve erkek arasındaki fark da göz önüne alınmalıdır.



* Kilo ile ayak uzunluğu arasında sağlıklı bir orantı vardır.

Şekil 4.55 Kurtlar Vadisi Pusu'nun Ayak izi Problemi Etkinliği

Grup Kurtlar Vadisi Pusu boy, ayak uzunluğu ve kilo olmak üzere problem için üç anahtar değişken belirlemişlerdir. İşaretledikleri noktaları birleştirmeden, ayak uzunluğu-boy ve ayak uzunluğu-kilo grafiklerini çizmeye çalışmışlardır. ‘Genellikle boy uzunluğu arttıka doğrusal bir şekilde olmasa da ayak uzunluğu da artıyor’ şeklinde görüş bildirmişlerdir. Fakat bu ifadelerini matematiksel olarak doğrulama yoluna gitmemişlerdir. Grafikteki noktaların yerine bakarak böyle bir varsayımda bulunmuşlardır. Yine cinsiyet farkının da bunda etkili olduğunu belirtmişlerdir. Kilo-ayak uzunluğu verilerinden yola çıkarak da ‘kilo ile ayak uzunluğu arasında sağlıklı bir orantı yoktur’ düşüncesine ulaşmışlardır. Grup genel olarak modelleme sürecini başarılı bir şekilde tamamlamıştır.

Gruplar çalışmalarında varsayımlarda bulunarak, düşüncelerini söyleyerek, problemle ilgili anahtar değişkenlerini belirleyerek ve deneysel modellerini oluşturmaya çalışarak modelleme sürecini tamamlamaya çalışmışlardır. Genel olarak bakıldığında grupların modelleme sürecini başarılı bir şekilde tamamladıkları, tıkanıklıkları noktaların daha çok yorumlama ve geçerlilik aşamasında karşılarına çıktıkları görülmüştür. Bunun nedeni olarak da, öğretmen adaylarının grafik çizerken gereken özeni göstermedikleri, grafikten matematiksel olarak nasıl ifadeler çıkarılabileceği noktasında sıkıntı yaşamışlardır. Bu da, ya varolan matematik bilgilerini nerede kullanacaklarının tam olarak bilgisine sahip olmadıklarını ya da bilgi anlamında bir takım eksiklikleri olduğuna işaret etmektedir. Aşağıdaki tablolarda grupların Ayak İzi problemiyle ilgili modelleme performanslarının sonuçları sunulmuştur.

Tablo 4.20 İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Ayak izi Problemiyle ilgili Performans Sonuçları (Birinci Kodlayıcı)

GRUP ADI	BAS	MAT	TRANS	YOR	GEÇ	TOPLAM
ANTEN	4	3	3	3	2	15
GÖRDÜ BİR ARADA	4	4	4	3	2	17
KARDELEN AYŞE	4	4	4	2	1	15
MAT	4	4	2	1	1	12
CÖHR	4	3	2	1	1	11
GFMG	4	4	2	1	1	12
WERDER WEREMEM	4	4	3	2	2	15
KURTLAR VADİSİ PUSU	4	4	3	3	2	16
FRIENDS	4	4	3	2	1	14

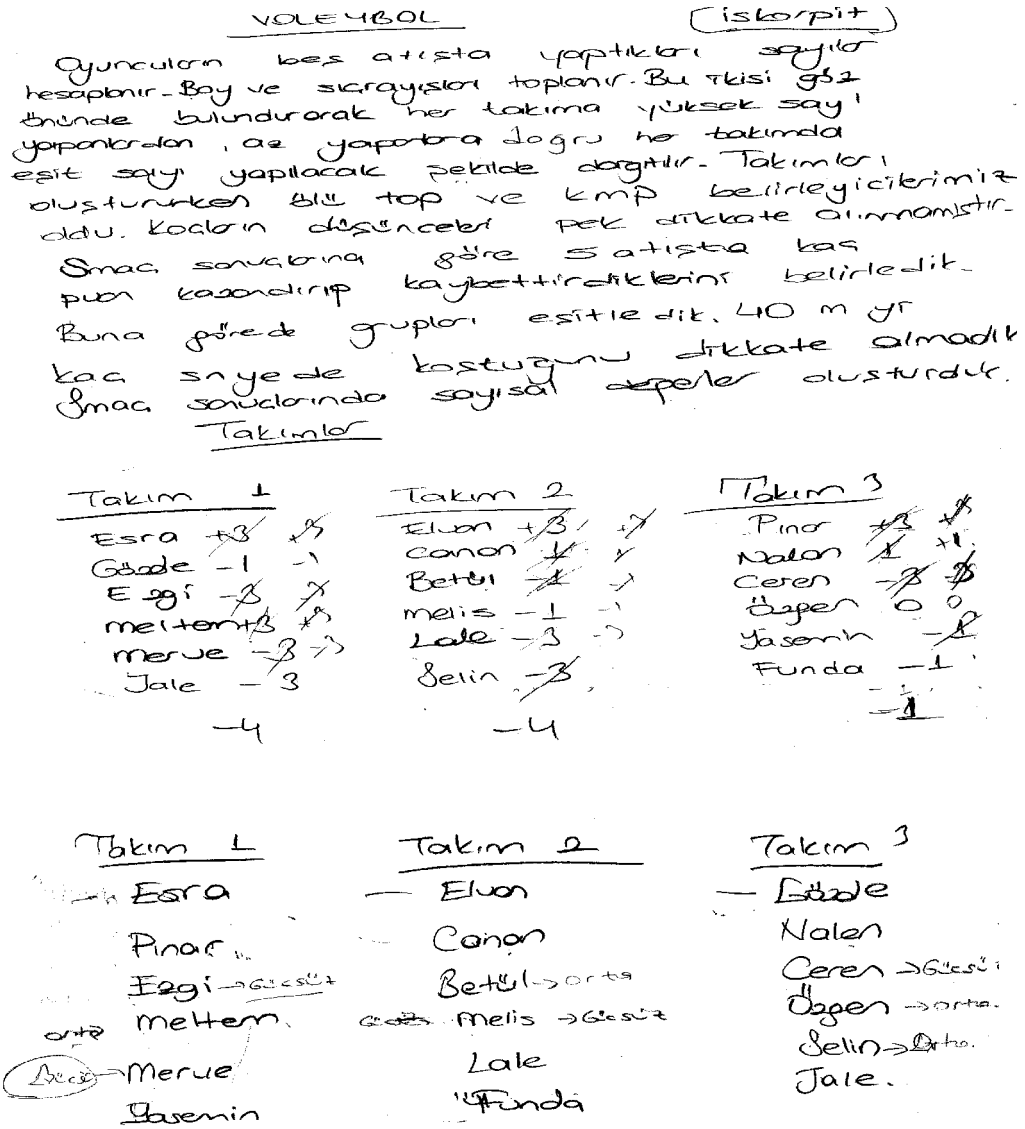
Tablo 4.21 İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Ayak izi Problemiyle ilgili Performans Sonuçları (İkinci Kodlayıcı)

GRUP ADI	BAS	MAT	TRANS	YOR	GEÇ	TOPLAM
ANTEN	4	4	3	3	2	16
GÖRDÜ BİR ARADA	4	4	4	3	3	18
KARDELEN AYŞE	4	4	4	2	2	16
MAT	4	3	3	1	1	12
CÖHR	3	3	2	1	1	10
GFMG	4	4	2	2	1	13
WERDER WEREMEM	4	4	3	2	2	15
KURTLAR VADİSİ PUSU	4	4	4	4	3	19
FRIENDS	4	4	3	3	2	16

4.1.4.3 Sınıf Öğretmeni Adaylarının Voleybol Problemi ile ilgili Modelleme Yeterlikleri

Sınıf öğretmeni adaylarının Voleybol Problemiyle ilgili yaptıkları çalışmalar aşağıda sunulmuştur. Her bir grup, Voleybol Problemiyle ilgili kendi modelini oluşturmaya çalışmıştır. Problemde grup kendi modelini oluşturmayı başardığında da az sayıdaki oyuncu için izlediği bu ayırma yönteminin çok sayıdaki oyuncu için de işe yarayabilen bir yöntem olmasını sağlamaya çalışmasını istemektedir. Yani

grupların problem için doğrulama ve geçerlilik aşamasını yerine getirmelerini ifade etmektedir. Öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerde; öğretmen adayları Voleybol Probleminin çok uzun olduğunu ve çok fazla bilgi içerdiğini, problemin sonunu okurken başını unuttuklarını, değişkenlerin fazla olduğunu ve bunları nasıl ayrıştıracakları konusunda zorlandıklarını dile getirmişlerdir. Bununla birlikte öğretmen adayları modelleme sürecinin aşamalarını daha rahat bir şekilde yerine getirmişlerdir. Bunun sebebinin voleybol probleminin açık uçlu bir problem olması, adayların ayak izi problemi etkinliğiyle modelleme sürecini tecrübe edip, sürece alışmış olmaları, verilerin ve değişkenlerin hazır verilmesi olarak düşünülmektedir.



Şekil 4.56 Grup İSKORPİT'in Voleybol Problemi Etkinliği

Grup İSKORPİT, ilk olarak hangi etkenlerin oyuncu seçiminde etkili olacağıyla ilgili varsayımlarını ifade etmişlerdir. Problemden kendi anahtar değişkenleri olarak, oyuncuların beş atışta yaptıkları sayılar, oyuncuların boy uzunlukları, sıçrayışlar, Ölü Top ve Karşılanamayan Plase takımları oluşturmada belirleyicileri olmuştur. Koçun düşüncelerini ve 40 m yi kaç sn de koştuklarını dikkate almadıklarını ifade etmişlerdir. Böylelikle grup, modelleri için hangi değişkenleri dikkate alacağına hangilerini ihmal edeceğine karar vermiştir. Smaç sonuçlarına göre beş atışta kaç puan kazandırıp kaybettirdiklerini belirlemişlerdir. Smaç sonuçlarını sayısallaştırmışlardır. Bunların sonucunda birbirine denk olduklarını düşündükleri üç takımı oluşturmuşlardır. Grup, kişilerin Voleybol Probleminde geçen ÖT leri +1 puan, KMP leri +1 puan, TFK leri -1 puan, ÇD leri -1 puan, K ve KP leri 0 puan olarak oluşturdukları takımın puanını belirlemeye çalışmıştır. Grup, dikkate aldığı her bir değişkeni her oyuncu için değerlendirerek modelleme sürecini başarılı bir şekilde tamamlamışlardır.

<u>MUALLİM</u>		
1	2	3
Jelin	Nalan	Melis
Funda	Pınar	Yasemin
Ejla	Öğgen	Meltem
Göyle	Elvan	Jale
Betül	Esra	Ceren
Merve	Canan	Lale

Genel olarak iyi oyuncularla kötü oyuncuların her üç gruba da eşit olarak dağıtmaya karar verdik. Bu gruplamayı koçun yorumlarını da dikkate alarak yapmaya çalıştık. Boy uzunluklarını ortalama olarak birbirine yakın tutmaya çalıştık. 1.grubun sma- çör Jelin. 2.grubun Nalan, 3.grubun da melis. Bunları 3 gruba dağıttık. Funda, Pınar, Yasemin iyi top atıyorlar, karşı takım topu- nu karşılayamıyor. Smaç sonuçlarına göre gruplara ayırdık.

Şekil 4.57 Grup MUALLİM'in Voleybol Problemi Etkinliği

Grup MUALLİM, takımları belirlerken iyi oyuncularla kötü oyuncuların her üç takıma da eşit olarak dağıtmaya çalışmışlardır. Bu dağıtma işleminde ilk olarak

koçun yorumlarını dikkate almışlardır. Takımlardaki oyuncuların boy uzunluklarının ortalamasını alarak boy uzunluklarının birbirine yakın olmasına özen göstermişlerdir. Her üç takıma da birer tane smaçör dağıtmışlardır. Modelleri için hangi faktörlerin önemli hangilerinin önemsiz olduğuna karar vermişlerdir. Böylelikle eşit güçte olacak şekilde üç takımı oluşturmaya çalışmışlardır. Bununla birlikte oyuncuları seçerken, oyuncunun sahip olduğu her özelliği aynı anda dikkate alarak dağıtma işlemi yapmak yerine tek bir özelliğe bakılarak dağıtma işlemini gerçekleştirmişlerdir. Problemi çok sayıda oyuncu için genellenebilir hale getirme yolunda bir çaba göstermeyip, geçerlilik aşamasında başarılı olamamışlardır.

VOLEYBOL TAKIMI SEÇİME

RAPOR

Öncelikle kalabalık bir grubu eleme maçı yaparak takım oluşturmak için yeterli sayıyı bırakırız. Sonra boy istatistiklerine bakırım öndeki oyuncular için uzun boylu kişiler seçerim ki smaçörlerde ve bloklarda etkili olsunlar. Pasör pas becerisi yüksek ve iyi sırayabilen bir kişi olmalı. Ayrıca KMP'leri iyi yapabilmeli. Çünkü pas kaldırıp yerde Ö.T.'leri etkili olur. Bu özelliklerini yakın olanları ayrı takımlara koyarım. Smaçörlerde KMP'si ve sırayama yeteneği fazla olanlardan seçerim. Ortadaki oyuncular için 10 metreyi geç sa'de koştuğu istatistiklere bakırım ve hızlı oyuncuları ve refleksleri hızlı oyuncuları seçerim. Böylece T.K oranı yükselir. Ayrıca K.P. terde yükselir. Arkadaki oyuncular da hızlı koşan hızlı reflekslere sahip oyunculardan seçerim ki gelen smaçörleri karşılayabilsinler. Hızlı koşup öndekiler bloğa yükseldiğinde onların boşluğunu doldururlar. Ayrıca arkadaki oyuncuların servis atma oranı yüksek olursa daha iyi olur. Oyun başlayınca hemen görev bölgesini doldurur. Takımların boy ortalamalarının eşitlikle öndeki oyuncuların boylarının eşitliği önemlidir. Ama yine de iş yetenek te ve çalışmak ta bitiyor :) ---

A TAKIMI						Boy Ortalaması
Selin	Jale	Betül	Meltem	Ceren	Yasemin	(168,16)
(167)	(122)	(158)	(122)	(160)	(175)	
						GUPA
B TAKIMI						(165,83)
Nalan	Esra	Gözde	Elvan	Özgen	Bayr	
(170)	(172)	(185)	(160)	(165)	(167)	
C TAKIMI						(169,00)
Melis	Merue	Dinar	Canan	Çele	Funda	
(175)	(177)	172	(165)	(170)	(155)	

Şekil 4.58 Grup GUPA'nın Voleybol Problemi Etkinliği

Grup GUPA'nın oluşturdukları üç takım ve bu takımları oluştururken izledikleri yöntemi anlatan mektup yukarıda sunulmuştur. Takımları oluşturmadaki ilk belirleyici olarak, maçlarda ve bloklarda etkili olması amacıyla boy istatistikleri dikkate alınmıştır. Oyuncuların boy ortalamaları hesaplanmıştır. Daha sonra pasör ve iyi sıçrayabilen, problemde geçen KMP leri iyi yapabilen oyuncuları tercih etmişlerdir. Ortadaki oyuncular için, 40 m yi kaç sn de koştuğu istatistiklere bakılarak, hızlı oyuncuları seçmişlerdir. Arkadaki oyuncuların da hızlı koşan, hızlı reflekslere sahip olanlardan seçmişlerdir ki öndekiler bloğa çıktıklarında onların boşluklarını doldurabilsinler. Yine arkadaki oyuncuları da servis atma oranları yüksek olanlardan seçmişlerdir. Yani grup GUPA seçeceği altı oyuncuyu sırasıyla servis atışlarına göre, boylarına, 40 m.yi kaç sn de koştuklarına, ölü top sayısına göre, topun filede kalması ve son olarak da dikey sıçramalarına göre seçmişlerdir. Bu belirleyici etkenleri dikkate alarak oyuncuları üç takıma bölmüşlerdir. Grup, aynı değişkenleri çok sayıdaki oyuncu arasından takımlar oluşturmada da dikkate alınarak kullanılabilceğini yazdığı mektupta ifade etmiştir. Neden böyle bir ayırma işlemi kullandığını detaylarıyla yorumlamaya çalışmıştır. Ancak grup, konumuna göre seçtiği oyuncuların oyun sırasında sürekli yer değiştirdikleri detayını gözden kaçırmıştır. Yine oyuncuları seçerken de, oyuncunun sadece bir veya iki özelliğini dikkate alarak dağıtma işlemini yapmışlardır. Grup, problemle ilgili takım seçme modelini oluşturmuştur. Modellemenin geçerlilik aşamasında başarılı olmuşlardır.

Bu voleybol takımlarını tutarken oyuncuların özelliklerini dikkate aldık. Her 3 takıma da enit özellikte oyuncular yerleştirdik. Kişisel yeteneklerine dikkat ettik. Merke:

1. grup için ortalama 4 tane iyi oyuncu (Jasemin, Betül, Pınar, Meltem) aldık. 2 tane de orta seviyede oyuncu (Gözde, Selin) aldık.

2. grup için yine 4 tane iyi oyuncu (Esra, Ceren, Özgen, Ezgi) aldık. 2 tane de çok iyi olmaya oyuncu (Melis, Merve) aldık.

3. grup için 3 iyi seviyede oyuncu, 2 orta seviyede, 1 vaset seviyede oyuncu aldık.

3 iyi seviyede oyuncu (Funda, Jale, Nalan)

2 orta seviye (Canan, Lale)

1 vaset (Elvan)

* 6 tane voleybol için eksik oyuncu belirledik.

* 5 tane voleybol " yetelli olmayan ama bazı durumlarda ise yararlanabilecek oyuncu belirledik.

* 7 tane iyi olmayan oyuncu belirledik. (Kocun yorumlarına göre)

KADRO (En iyi)

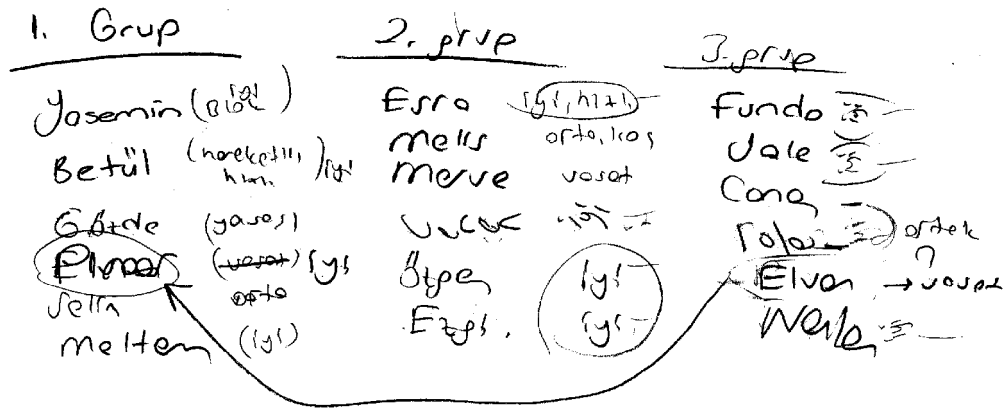
+ Jasemin (iyi bir blokçu)
+ Betül = (iyi hızı)
+ Ezgi (iyi) (orta)
+ Melis (servisör) (iyi yönlendirici)
+ Funda (letkili)
+ Jale (uzun)

En kötü

Gözde (kötü sınıtı yavaş)
Elvan { Toplu } kötü sınıtı
Merve { } elvan kısa
Merve { } merve topu
Lale (kötü sınıtı atıpın koruyucu)
Canan (ailesinden (-) etkilenmiş)
Ceren (takıma saptı takım kötü o da kötü)

Orta (Ne iyi ne kötü)

Selin (iyi olabilir durumda)
Meltem (orta - hızı)
Özgen (yavaş pöre pöre)
Nalan (iyi servisör)
Pınar (iyi oyuncu - gelecek vadediyor)
Esra (smasör - orta)



Şekil 4.59 Grup GÖKYÜZÜ'nün Voleybol Problemi Etkinliği

Grup GÖKYÜZÜ'nün probleme ait çalışması yukarıda sunulmuştur. Diğer grupların yaptıklarına benzer şekilde ilk olarak en iyi, en kötü ve orta düzeyde olmak üzere oyuncuları üç gruba bölmüştür. Daha sonra, bu oyuncuları özellikleri birbirini dengeleyecek şekilde üç takıma bölme yoluna gitmişlerdir. Dolayısıyla on sekiz tane oyuncunun seçimiyle ilgili modellerini oluşturmaya çalışmışlardır. Ancak çok sayıda oyuncu için bu modelin nasıl genelleneceğiyle ilgili olarak tam bir yorumda bulunamamışlardır. Yine bu seçimi nasıl yaptıklarını koça anlatmaları gereken detaylı mektubu yazma kısmında da başarılı olamamışlardır. Sadece seçimi nasıl yaptıklarına dair etkinlik kağıdının üstüne kısa notlar almışlardır.



Mektup

Öncelikle kendin yardım istenene ve basınırlığın belirtmek istedin. Bu konuda utanan olan kendin başka meraklı bulardınız.

Voleybol oynandı en önemli olay servis atışlarıdır. İkinci gruba basarak kullanılan servislerin rakip soğuk olmasında gerekir. Bu yüzden çok sayıda oyuncu olduğunda ilklerden ilk servisi gereken servis atıcılarıdır.

İkinci gruptan oyuncuların smaç isabetleri ve ulaşabileceği yükseklik incelenir. Aynı zamanda hızları da ölçülür. Smaç potansiyeli oyuncular da ilk öncelik isabetleridir. En isabetli olan seçildikten sonra en hızlı olan bulunur. Bunlarda takımın performansını belirleyen oyuncuların listesi yapılır. Eğer hızlıysa ön planda olur. Burada önem notların yüksekliği istenebilir. Smaç potansiyeli oyuncular bu şekilde belirlenir. Herhangi bir soruna önce her bir basından yardım istenmelidir. Başarıya ulaşılır...

Şekil 4.60 Grup BAST'ın Voleybol Problemi Etkinliği

Grup BAST'ın takım seçmede öncelik verdiği durum, servis atışlarıdır. Onlara göre ilk seçilmesi gereken oyuncular, servis atışı iyi olanlardır. İkinci önem verdikleri özellik, smaç isabetleri ve ulaşabileceği maksimum yüksekliktir. Yine oyuncuların hızlılıkları da bu grup için belirleyici bir özelliktir. Böylelikle grup kendileri için hangi değişkenlerin önemli hangi değişkenlerin önemsiz olduğuna karar vermişlerdir. Bu oyuncuları seçtikten sonra, geriye kalan oyuncuları da kendi aralarında iyi yönlerine göre ayırmışlardır. Bu on sekiz oyuncu için nasıl seçim yaptıklarını anlatan mektubu da sunmuşlardır. Ancak problemde dikkat edilmesi gereken, çok sayıda kişi için işe yarayan bir seçme işlemi olması gerektiğidir. Fakat yazdıkları mektup, genel olarak voleybol seçme işlemini anlattığı için bunu

dikkate aldıklarını göstermektedir. Seçme işlemlerini yaparken herhangi bir matematiksel işlem kullanmamışlardır.

	<u>A takımı</u>	<u>B takımı</u>	<u>C takımı</u>
Smaçör = Saj file dibi	Gözde	Jale	Esra
Pasör =	Betül	Ezgi	Funda
Sol file dibi	Meltem	Lale	Nalan
Saj pasör yeri	Ceren	Pinar	Özgen
Sol pasör yeri	Canan	Elvan	Selin
Orta file dibi	Merve	Yasemin	Melis

Sayın Kamp organizatörleri,

Üç eşit takım oluşturmak için öncelikle kocun oyuncular hakkındaki yorumlarını dikkate aldık. Kocun yorumlarının tek başına bize yeterli bilgi vermediğine kanaat getirdik. Ancak yorumları da diğer değişkenlerle birlikte ise kışık. Voleybolda çeşitli mevkilerde oynamak için çeşitli kriterlerin olması gerektiğini düşündük. Örneğin boyu uzun olan oyuncuların fileye daha yakın oynamaları gerektiğinde karar kıldık. Bu şekilde dibey sıranama, 40 metreyi geçiş de kışığı, servis sonuçları ve smaç sonuçlarını da birbirine eşit üç takım kurmada birer kriter olarak değerlendirdik. Bunun sebebi ise birbirine denk takımlar oluşturmak için verilerin de dengeli ve gerçekçi dağılması gerektiğidir. Ancak yine de bazen bütün verileri doğru olarak kullanıp kullanmadığımızı kontrol ettik ve bu yönde takımlar arasında bazı değişimlere giderek yeniden takımları düzenledik. Bu değişimler aslında takımlar arası dengenin kurulmasını sağlamak amaçlıydı. Sonuç itibarıyla kocun yorumları ve derecelerden elde edilen verilerle birbirine eşit olduğuna inandığımız üç takım oluşturduk. Kamp organizatörleri imkanları ki bu emeklerimize başa atsınlar. Emegimizin karşılığını alırsın.

Saygılarımızla.

Şekil 4.61 Grup KANKA'nın Voleybol Problemi Etkinliği

Grup KANKA'nın ilk dikkat ettiği özellik, koçun oyuncular hakkındaki yorumları olmuştur. Koçun yorumlarıyla birlikte diğer değişkenleri de işe koşmaya çalışmışlardır. Bu değişkenler, boyu uzun olan oyuncuların fileye yakın olması, dikey sıçrama yüksekliği, 40 m yi kaç sn de koştuğu, servis ve smaç sonuçları olmuştur. Birbirine denk takımlar oluşturmak için bu seçimlerin gerçekçi bir şekilde yapılması gerektiğini de ifade etmişlerdir. Süreç esnasında eldeki verileri doğru olarak kullanıp kullanmadıklarını ve takımların dağılımını tekrar kontrol ettiklerinde zaman zaman yeniden düzenleme yoluna gitmişlerdir. Böylelikle modelleme sürecinin tekrarlı özelliğini yaşamışlardır. Modelleme sürecinin adımları arasında dinamik geçişler olmakla birlikte, bu geçişler doğrusal şekilde değildir. Gerektiği takdirde bir adımı atlayıp, bir sonraki adıma da geçiş yapılabilir. Grup bu anlamda modelleme sürecinin adımları arasındaki dinamik geçişleri yaşamıştır.

Koçun yorumlarını ve diğer değişkenleri de birleştirerek eşit güçte olduğu düşünülen üç takım oluşturmuşlardır. KANKA grubu takım seçmeyle ilgili modellerini oluştururken matematikselleştirmeyi değişkenleri belirleme şeklinde kullanmışlardır. Fakat seçme işlemi çok sayıdaki oyuncuyu da kapsayacak şekilde ifade ederek gerçekleştirmişlerdir. Grup, her bir değişkeni aynı anda ele alarak değerlendirdiği için seçme işlemi başarıyla gerçekleştirmiştir. Aşağıdaki tablolarda grupların Voleybol Problemiyle ilgili modelleme performanslarının puanlanması sunulmuştur.

Tablo 4.22 Sınıf Öğretmeni Adaylarının Voleybol Problemiyle ilgili Performans Sonuçları (Birinci Kodlayıcı)

Grup Adı	BAS	MAT	TRANS	YOR	GEÇ	TOPLAM
İSKORPİT	4	4	4	4	3	19
MUALLİM	4	3	3	1	1	12
GÖKYÜZÜ	4	4	4	3	2	17
GUPA	4	3	3	3	3	16
KANKA	4	4	4	3	2	17
BAST	4	3	3	2	2	14

Tablo 4.23 Sınıf Öğretmeni Adaylarının Voleybol Problemiyle ilgili Performans Sonuçları (İkinci Kodlayıcı)

Grup Adı	BAS	MAT	TRANS	YOR	GEÇ	TOPLAM
İSKORPİT	4	4	4	3	3	18
MUALLİM	3	3	3	1	1	11
GÖKYÜZÜ	4	4	4	3	3	18
GUPA	4	3	3	2	2	14
KANKA	4	4	4	3	3	18
BAST	4	3	2	1	1	11

4.1.4.4 İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Voleybol Problemi ile ilgili Modelleme Yeterlikleri

İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının Voleybol Problemiyle ilgili çalışmaları aşağıda sunulmuştur. İlköğretim matematik öğretmeni adayları da Voleybol Problemiyle karşı karşıya kaldıklarında problemde çok fazla verinin ve değişkenin olduğunu, ayrıca problemin çok fazla sözel ifadeden oluştuğunu ve çok uzun olduğunu belirtmişlerdir. Şu ana kadar alıştıkları belirli bir soruya kısa bir cevabın bulunduğu alışılmış ders problemlerinin aksine, karşılaşmadıkları türde bir problem olması da çalışma sırasında onlara sıkıntılı anlar yaşatmıştır. Fakat Voleybol Probleminin açık uçlu olması, bir önceki etkinlikle öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecini tecrübe edip sürece alışmış olmaları, Ayak İzi problemiyle karşılaştırıldığında verilerin ve değişkenlerin hazır olarak verilmesi matematiksel modeli kullanarak çözüme ulaşma anlamında adayları çok fazla yormamıştır.

<u>I. Grup</u>	<u>II. Grup</u>	<u>III. Grup</u>
Göзде	Canan	Lale
Esra	Dale	Merve
Pınar	Özgen	Betül
Selma	Nalan	Melis
Meltem	Elvan	Yasemin
Ceren	Ezgi	Funda

Grupları oluştururken kullandığımız kriter oldukça fazlaydı. Biz de bu kriterleri göz önüne alarak üç elit takım kurmaya çalıştık.

İlk olarak koçun yorumlarından yararlanarak bu kampa gelen oyuncuların en kötü olan üçünü her gruba bir kişi gelecek şekilde seçtik. Bu oyuncular Göзде, Canan ve Laleydi.

İkinci olarak oyuncunun boyu ve dikey sıçramasını ele aldık ve en yüksek olan ve daha önce seçilmemiş olan oyuncular arasından Esra, Dale ve Merve'yi her gruba bir kişi gelecek şekilde paylaştık.

Üçüncü olarak 40 metreyi kaç sn'de koştuğu kriterinden yararlanarak en hızlı koşan üç kişiyi belirledik. Bunlar Pınar, Özgen ve Betüldü.

Dördüncü olarak servis sonuçlarını değerlendirmeye aldık. Bunlar arasında en iyi olanlar Selma, Nalan ve Melis'ti. Bunlarda gruplara dağıttık.

Beşinci olarak smaç sonuçları iyi olanları belirledik. Bunlar Meltem, Elvan ve Yasemin'di.

Altıncı ve son kriter ise smaç sonuçları kötü olan oyuncular dı. Bu oyuncular da Ceren, Ezgi ve Fundaydı.

Seçimlerimizi bu şekilde yaptık. Üç elit takım oluşturmaya çalıştık. Aslında bu özellikleri belli bir fonksiyona göre belirleyip tek bir kriterle dönüştürsek daha kesin sonuçlar sağlayabiliriz.

Şekil 4.62 Grup Kurtlar Vadisi Pusu'nun Voleybol Problemi Etkinliği

Grup, takımları oluştururken ilk olarak koçun yorumlarını dikkate almışlardır. İkinci olarak oyuncunun boyu ve dikey sıçraması değişkenini değerlendirmişlerdir. Üçüncü olarak 40 m yi kaç sn de koştuğu kriterini baz almışlardır. Dördüncü olarak servis sonuçlarını değerlendirmeye çalışmışlardır. Beşinci olarak ise smaç sonuçları iyi olanları göz önünde bulundurmuşlardır. Son olarak ise, smaç sonuçları kötü olan oyuncuları yerleştirmişlerdir. Mektubun sonunda bu özellikleri bir fonksiyon şeklinde yazmanın daha iyi sonuçlar sağlayabileceğini belirtmişlerdir. Grup, oluşturduğu modelin kriterlerini daha çok sayıdaki oyuncu için de kullanılabilir halde yazmıştır. Grup üyeleri, seçim için hangi değişkenlerin önemli olduğuna karar

vermişler ve öncelik sırasına göre bu değişkenlerini tek tek sıralamışlardır. Fakat geup, belirledikleri özelliklerin hepsini aynı anda dikkate alıp değerlendirerek oyuncularını bu şekilde seçme yoluna gitmemiştir.

<u>1 GRUP</u>	<u>2 GRUP</u>	<u>3 GRUP</u>	4'ü birarada
Gözde	Esra	Merve	↙
Selin	Nalan	Melis	
Meltem	Elvan	Canan	
Funda	Betül	Ezgi	
Jale	Lale	Pınar	
	Özge	Yasemin	

Sayın yöneticiler,

Çünkü siz daha iyi bilirsiniz ama sizin yorumlarınıza ve denemelerden elde edilen verilere bakarak bu grup oluşturduk.

Bu grupları oluştururken her oyuncunun avantajları ve dezavantajlarını göz önüne aldık Aynı avantajlara ve dezavantajlara sahip olan oyuncuları ayrı ayrı gruplara yerleştirdik. Örneğin bu gruptaki birinci sıradaki oyuncular en uzun boylu oyunculardır. İkinci sıradaki oyuncular ise servis atışlarında en başarılı oyunculardır. Üçüncü sıradaki oyunculara 40 metreyi en yavaş geçen oyunculardır. Bunun gibi özellikler kullanarak bu grup oluşturduk.

Bu önerimizin grupları oluştururken işinize yarayacağını ümit ediyoruz.

Şekil 4.63 Grup DÖRDÜ BİR ARADA'nın Voleybol Problemi Etkinliği

Bu grup da ilk olarak koçun yorumlarını dikkate almıştır. Daha sonra en uzun boylu oyuncuları seçmiş, ikinci değişken olarak ise servis atışlarındaki başarılarına bakarak değerlendirmişlerdir. Yine diğer grupların da belirleyici olarak üzerinde durdukları 40 m yi kaç sn de koştukları kriterini değerlendirmişlerdir. Kalan oyuncuları da takımlar birbirini dengeleyecek şekilde dağıtmışlardır. Çok fazla detaya girmeden kriterlerini belirlemeye çalışmışlardır. Problemin anahtar bileşenleri arasındaki ilişkileri kapsamlı bir şekilde inceleme yoluna gitmemişlerdir.

Matematikselleştirme sürecinde değişkenleri belirleme, sıralama ilişkisini ve ortalamayı kullanmışlardır. Oluşturdukları modeli çok sayıdaki oyuncuya uygulanabilecek şekilde genelleştirememişlerdir. Yine bir önceki grubun düştüğü hataya düşerek oyuncuların özelliklerini aynı anda değerlendirerek seçme işlemini gerçekleştirmek yerine tek özellik olarak seçme yolunu tercih etmişlerdir.

Takımı oluştururken öncelikle oyuncuların smaç sonuçlarındaki başarılarını göz önünde bulundurduk. Bunu yaparken KMP ve ÖT'ye +1 puan, diğerlerine ise 0 puan verdik. Yaptığımız puanlamada oyuncular sıfır ile dört arasındaki değerleri aldılar. Daha sonra servis başarılarını göz önünde bulundurduk. Bu iki parametrenin birbirini dengelemesi ne istedik ettik. Dikey sıçramalarını çok göz önünde bulundurmadık. Yer yer 3. parametre olarak oyuncu boylarını kullandık. Es güçlerde takımın oluşturmaya çalıştık. İyi bir oyuncunun bulunduğu takıma kolay güçlere bir oyuncu koymayı tercih ettik. Diğer takımlarda birinde iyi birinde orta olan oyuncular yerleştirilerek dengeyi kurmaya çalıştık.

1
Selin
Melis
Gözde
Elvan
Ceren
Betül

2
Özgen
Nalan
Jale
Meltem
Yaşemin
Merve

3
Ezgi
Esra
Lale
Canan
Pınar
Funda

grup friends

Şekil 4.64 Grup FRIENDS'in Voleybol Problemi Etkinliği

Grup FRIENDS'in takımları oluştururken öncelik verdiği özellik oyuncuların smaç sonuçlarındaki başarılarıdır. KMP ve ÖT ye +1 puan, diğerlerine ise 0 puan vererek oyuncuların özelliklerini puanlamışlardır. Problemin anahtar bileşenleri arasındaki ilişkileri kapsamlı bir şekilde irdeleyerek matematiksel bir temsil oluşturma yoluna gitmişlerdir. İzledikleri yöntem, şu ana kadar genel olarak diğer grupların izlediği yöntemlere benzemektedir. Bu puanlama işleminden sonra servis başarılarını dikkate almışlardır. Daha sonra dikey sıçramalarını göz önünde

bulundurmşlardır. Diğer bir değişken olarak da oyuncuların boy ortalamasını hesaba katmışlardır. Son olarak, üç takıma da birer güçsüz oyuncu yerleştirmişlerdir. Böylelikle birbirine eşit güçte üç takım oluşturmaya çalışmışlardır. Grup genel olarak modelleme sürecini başarılı olarak geçirmiştir.

1	2	3
Selin -	Nolan +	+Melis → Servis 10
Elvan 0	Canon -	+Meltem → Hızlı
Pınar +	Güide -	ÖMERVE → uzun
Elgi +	Şiğen +	+ Ceren → kısa
Esra 0	Betül +	+ Jale → dikey
Yasemin +	Lola	+ Funda → dikey
	Funda +	- Lola

Werder weremem.

Sayın kump yöneticileri;

Selin, Nolan ve Melis iyi bir serviser' oldukları için bunları ayrı kollemlere almak durumundayız. Elvan kulvarda voleybolcu olabilir, Ama bu elvanı bağlamaz. Her oyun kendi başından olur. Elvan, Canon, Meltem de baki oldukları için onlarda oynadık. Betül ayaktaların önünde çok cabul hareket ediyor bu 2i takım için bir avantaj olur. Bir takım için tüm oyuncuların totaldeki başarısı bitumun değışkenler üzerinde oyun fizyolojisini oxma sagıtan çok önemli bir sendir. Kronik olarak bu değışkenleri göz önünde bulundurduğumuzda global oyun düzeninde uyum sağlarnasını gerektirir. Değışim ki milli takımdaki Neslihan adlı oyuncu bu uyarılarımızı göz önünde bulundurduğu için gütseldi ve takımımızın vartgeçilmesi oldu.

Takımlar arası dengeyi sağlayabilmek için, oyuncuların fiziksel özellikleri başta olmak üzere oluşturalar, takım ruhunda düşünülerek dengeli bir takım oluşturduk.

Şekil 4.65 Grup Werder Weremem'in Voleybol Problemi Etkinliği

Grup Werder Weremem takımları oluştururken ilk olarak servisçileri dağıtarak başlamışlardır. Sonrasında grubun takım oyuncularını hangi değışkenlere (özelliklerine) göre dağıttıkları çok açık değildir. Mektubun sonunda oyuncuların

fiziksel özelliklerini dikkate aldıklarını söylemişlerdir. Fakat bu fiziksel özelliklerin neler olduğu konusunda da yine bir açıklama yapmamışlardır. Grubun problemi anladığı gözlenmiş, ancak problemle ilgili anahtar değişkenleri tam olarak belirleyemedikleri görülmüştür. Modelleme sürecinin aşamalarını tam olarak yerine getiremedikleri görülmektedir.

İsim	Yaş	Boy (cm)	Kilo (kg)	Seviye	Not
→ Gülden (Kötü)	185	51	6,21	98	21-3k
→ Betül (Fena iyi)	158	63	5,98	7	21-3k
→ Zeynep (iyi)	177	61	6,44	8	11-4k
→ Esra (Fena iyi)	177	63	6,01	9	5k
→ Selin (Fena iyi)	167	63	6,95	10	11-4k
→ Meltem (iyi)	172	43	7,12	6	41-1k
→ Ceren (Çok iyi)	160	53	6,34	5	11-4k
→ Canan (Sorumlu)	165	58	7,34	8	30-2k
→ Özge (Çok iyi)	165	61	6,32	9	5k
→ Nalan (Çok iyi)	170	48	8,18	10	31-2k
→ Masem (Orta)	175	58	6,75	7	21-3k
→ Pınar (Çok iyi)	172	38	5,87	8	41-1k
→ Elzbi (En iyi)	162	53	6,72	8	11-4k
→ Lale (Kötü)	170	48	6,98	9	11-4k
→ Funda (Çok iyi)	155	61	6,27	6	20-3k
→ Merve (İi)	177	58	6,54	8	11-4k
→ Elvan (...)	160	66	7,01	9	41-1k
→ Melis (Çok iyi)	175	46	6,78	10	31-2k

Gözde => Zayıf (Kötü) (Yavaş)	→ 1
Betül => İyi (Hızlı)	→ 2
Jale => Orta (Uzun)	→ 3
Esra => Orta (İyi sıçar fakat havanlayamaz)	→ 4
Selin => Kötü (Takımı kötü)	→ 5
Meltem => İyi (Top karşılığı-seri)	→ 6
Ceren => İyi (Takım oyunu bilir)	→ 7
Canan => Kötü (Atışı kötü)	→ 8
Özgen => Gok iyi (Büyük)	→ 9
Nalan => Gok iyi (Servisi iyi)	→ 10
Yasemin => İyi (Blok iyi)	→ 11
Pinar Se iyi (Oyunu iyi)	→ 12
Ezgi => Gok iyi (Uyumlu)	→ 13
Lale => Orta (Servisleri kötü)	→ 14
Funda => Gok iyi (Etkili)	→ 15
Merve => İyi (Oyun hakkında bilgili)	→ 16
Elvan => Orta (" " ")	→ 17
Melis => İyi (Takım kaptanı)	→ 18

<u>iyi</u>	<u>Orta</u>	<u>Kötü</u>
Meltem (Arka)	Gözde (önde)	Selin (Servis)
Ceren	Betül (Arka)	Canan
Özgen	Jale (önde)	
Nalan (Servis)	Esra (")	
<u>Yasemin (önde)</u>	Lale (")	
Pinar		
Ezgi		
Funda (Arka)		
Merve → Kaptan		
Elvan → "		
Melis → " (Servis)		

1. takım
Canan
Jale
Esra
Selin
Canan

2. takım

Pinar
Ezgi
Yasemin
Meltem
Gözde
Elvan

3. takım

Nalan
Funda
Özgen
Betül
Lale
Merve

3. takım

Şekil 4.66 Grup ANTEN'in Voleybol Problemi Etkinliği

Grup ANTEN, her bir oyuncunun özelliklerini tek tek irdelemiştir. Oyuncular için beş anahtar değişken belirlemiştir. Bunlar, topa ulaşma, oyuncunun boyu, sıçraması, hız ve servis sonuçları özellikleridir. Eğer bir oyuncunun bu özelliklerden iki iyi, üç kötü özelliği varsa bunu 2İ 3K şeklinde kodlamışlardır. Her bir oyuncunun özelliklerini bu şekilde çıkarmışlardır. Sonra bu kodlamalardan yola çıkarak oyuncuları iyi, orta ve kötü düzeyde olmak üzere üç gruba ayırmışlardır. Bu ayırma işleminden sonra birbirine eşit güçte olacak şekilde üç takım oluşturmaya çalışmışlardır. Grup oyuncuları üç takıma bölme işlemini gerçekleştirirken çalışmalarını kağıt üzerinde göstermişlerdir. Ancak seçimi nasıl yaptıklarını anlatan mektup yazma kısmını ve bu takımları oluşturmak için izledikleri yöntemin çok sayıdaki oyuncu için de işe yarayacağını ifade etme kısmını gerçekleştirememişlerdir. Etkinlikle ilgili çalışmaları sadece bu on sekiz oyuncuyu eşit olarak üç takıma bölüştürme işlemi ile sınırlı kalmıştır.

Aşağıdaki tablolarda, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının oluşturduğu grupların voleybol problemiyle ilgili olarak modelleme sürecine dair performans puanları sunulmuştur.

Tablo 4.24 İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Voleybol Problemiyle İlgili Performans Sonuçları (Birinci Kodlayıcı)

Grup Adı	BAS	MAT	TRANS	YOR	GEÇ	TOPLAM
KURLAR VADİSİ PUSU	4	4	3	3	2	16
DÖRDÜ BİR ARADA	4	4	3	2	1	14
FRIENDS	4	4	3	3	3	17
WERDER WEREMEM	4	4	3	1	1	13
ANTEN	4	4	4	3	3	18
GFMG	4	4	3	3	1	15
MAT	4	3	2	2	1	12

Tablo 4.25 İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Voleybol Problemiyle ilgili Performans Sonuçları (İkinci Kodlayıcı)

Grup Adı	BAS	MAT	TRANS	YOR	GEÇ	TOPLAM
KURLAR VADİSİ PUSU	4	4	3	2	2	15
DÖRDÜ BİR ARADA	4	4	3	2	2	15
FRIENDS	4	4	3	3	3	17
WERDER WEREMEM	4	4	3	2	2	15
ANTEN	4	4	4	4	3	19
GFMG	4	4	3	2	2	15
MAT	4	3	2	2	2	13

Genel olarak bakıldığında, grupların modelleme sürecini başarılı olarak tamamladıkları görülmektedir. Bununla birlikte yorumlama ve geçerlilik aşamalarını gerçekleştirmede güçlükler yaşadıkları dikkati çekmektedir. Bunun nedeni olarak da oyuncularını takımlara dağıtırken özelliklerin hepsini aynı anda düşünmek yerine sadece bir veya iki özelliği dikkate alıp buna göre seçme işlemini gerçekleştirmeye çalışmalarıdır.

4.2 BULGULAR VE YORUMLAR-II YORDAMALI İSTATİSTİK

Bu bölümde araştırmada ele alınan beş araştırma sorusunu (S1, S2, S3, S4, S5) incelemek için uygulanan Modeller ve Modelleme Anketi (Ek- A), Matematik Tutum Ölçeği (Ek-B) ve Ayak İzi Problemi ve Voleybol Problemi etkinliklerinden (Ek-D, Ek-E) elde edilen yordamalı istatistikle ilgili bulgulara ve bunların yorumlarına yer verilmektedir. Araştırma soruları şunlardır:

S1: İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının modeller ve modelleme ile ilgili görüşleri nelerdir?

S2: İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının modelleme uygulamalarını içeren dersler boyunca matematik tutumları nasıl değişmiştir?

S3: İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının modelleme yeterlikleri arasında fark var mıdır?

S4: İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının modeller ve modelleme ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüşleri arasında fark var mıdır?

S5: İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının cinsiyete bağlı olarak modeller ve modelleme ile ilgili olarak uygulama öncesi ve uygulama sonrası görüşleri arasında fark var mıdır?

Yukarıdaki araştırma soruları göz önünde bulundurularak her biri ile ilgili olarak $S_{11}, \dots, S_{16}, S_{21}, S_{22}, S_{41}, \dots, S_{414}, \dots, S_{51}, S_{52}$ ele alınmış, daha sonra da oluşturulan bu alt sorulara dayalı olarak $H_0^{(11)}, \dots, H_0^{(15)}, H_0^{(21)}, H_0^{(22)}, H_0^{(41)}, \dots, H_0^{(414)}, H_0^{(51)}, H_0^{(52)}$, hipotezleri oluşturulmuştur. Bölüm 3'de bahsedilen hipotez testleri ile açıklanmıştır.

4.2.1 Öğretmen Adaylarının Modeller ve Modelleme ile ilgili Görüşleri

Öğretmen adaylarının modeller ve modelleme ile ilgili görüşleri, uygulama öncesinde ve sonrasında verilen Modeller ve Modelleme Anketinde bulunan 30

madde ile ölçülmüştür. Ölçeğin güvenilirliğini belirlemek amacıyla hesaplanan Cronbach alphası 0.78 bulunmuştur. Modeller ve modelleme ile ilgili olarak ankette bulunan alt gruplarda, ilköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının ankette ifade ettikleri görüşlerin ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığı SPSS’de Bağımsız Örneklem t-testi kullanılarak incelenmiştir. Tablo 4.26’da Modeller ve Modelleme Anketinin her bir alt grubunun ilköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adayları için hesaplanmış olan ortalaması, standart sapması ve t-testi sonucunda elde edilen anlamlılık değeri verilmiştir.

Tablo 4.26 Modeller ve Modelleme ile ilgili Sınıf ve İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Görüşlerinin Bağımsız Örneklem t-testi Bulguları

	Gruplar	Ortalama (x)	Standart Sapma (s)	Anlamlılık
ÇTM	S.Ö	3.76	0.35	0.432
	İ.Ö.M	3.68	0.25	
TKM	S.Ö	2.60	0.57	0.898
	İ.Ö.M	3.05	0.61	
AAM	S.Ö	3.50	0.99	0.683
	İ.Ö.M	3.38	0.85	
BMK	S.Ö	3.32	0.17	0.867
	İ.Ö.M	3.43	0.19	
MYD	S.Ö	3.97	0.08	0.888
	İ.Ö.M	3.96	0.08	
MÖ	S.Ö	3.42	0.46	0.562
	İ.Ö.M	3.42	0.50	

Bağımsız örneklem t-testinden elde edilen bulgular; modeller ve modelleme ile ilgili olarak, ilköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının çoklu temsiller olarak modeller, tam bir kopya olarak modeller, açıklayıcı araçlar olarak modeller, bilimsel modellerin kullanımı, modellerin yapısının değişimi ve model örnekleri olmak üzere altı alt grupta toplanılan özellikler ile ilgili görüşleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığını göstermektedir.

‘İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının modeller ve modellemeyle ilgili görüşleri nedir?’ problemini incelemek için oluşturulan $H_0^{(1)}$: ‘İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının çoklu temsiller olarak modeller

ile ilgili görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.', $H_0^{(12)}$: 'İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının tam bir kopya olarak modeller ile ilgili görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.', $H_0^{(13)}$: 'İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının açıklayıcı araçlar olarak modeller ile ilgili görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.', $H_0^{(14)}$: 'İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel modellerin kullanımı ile ilgili görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.', $H_0^{(15)}$: 'İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının modellerin yapısının değişimi ile ilgili görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.', $H_0^{(16)}$: 'İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının model örnekleri ile ilgili görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.' hipotezleri reddedilemez.

Uygulamanın öğretmen adaylarının modeller ve modelleme ile ilgili görüşlerine etkisi SPSS'de Eş Örneklem t-testi kullanılarak incelenmiştir. Son anketteki maddeler, ön anketteki maddelerle aynıdır. Bu bölümdeki tablolarda, örneklem gruplarına göre her bir madde grubunun ön-anket, son-anket puan ortalamaları, standart sapmaları ve ön-anket ile son-anket arasındaki farkın anlamlılığı verilmiştir.

Tablo 4.27 Sınıf Öğretmeni Adaylarının Modeller ve Modelleme ile ilgili Görüşleri

		Ortalama (x)	Standart Sapma	Madde çiftleri		Anlamlılık
				Ortalama	Standart Sapma	
ÇTM	Ön-An	3.76	0.35	-0.59	0.32	0.003
	Son-An	4.35	0.56			
TKM	Ön-An	2.60	0.57	-0.44	0.27	0.002
	Son-An	3.04	0.69			
AAM	Ön-An	3.50	0.99	-0.37	0.33	0.065
	Son-An	3.87	0.81			
BMK	Ön-An	3.32	0.18	-0.74	0.15	0.014
	Son-An	4.06	0.11			
MYD	Ön-An	3.97	0.08	-0.55	0.17	0.030
	Son-An	4.52	0.11			
MÖ	Ön-An	3.42	0.46	-0.84	0.29	0.011
	Son-An	4.26	0.25			

Tablo 4.27’de sınıf öğretmeni adaylarının uygulama öncesi ve uygulama sonrasında ön-anket ve son-anket maddelerinden elde edilen veriler sunulmuştur. Sınıf öğretmeni adaylarının modeller ve modellemeyle ilgili olarak uygulama öncesi ve uygulama sonrası görüşleri arasında, çoklu temsiller olarak modeller, tam bir kopya olarak modeller, bilimsel modellerin kullanımı, modellerin yapısının değişimi ve model örnekleri ile ilgili görüş puan ortalamaları arasında .95 güvenlik aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür (.003<.050; .002<.050; .014<.050; .030<.050; .011<.050). Fakat bununla birlikte, sınıf öğretmeni adaylarının açıklayıcı araçlar olarak modeller ile ilgili görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Dolayısıyla $H_0^{(49)}$: ‘Sınıf öğretmeni adaylarının açıklayıcı araçlar olarak modeller ile ilgili olarak uygulama öncesi ve uygulama sonrası görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.’ hipotezi reddedilemez.

Tablo 4.28 İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Modeller ve Modelleme ile ilgili Görüşleri

		Ortalama (x)	Standart Sapma	Madde çiftleri		Anlamlılık
				Ortalama	Standart Sapma	
ÇTM	Ön-An	3.68	0.25	-0.53	0.36	0.008
	Son-An	4.21	0.53			
TKM	Ön-An	3.05	0.61	-0.52	0.30	0.002
	Son-An	3.57	0.58			
AAM	Ön-An	3.38	0.85	-0.67	0.33	0.011
	Son-An	4.04	0.53			
BMK	Ön-An	3.43	0.19	-0.70	0.19	0.053
	Son-An	4.13	0.30			
MYD	Ön-An	3.96	0.08	-0.55	0.08	0.007
	Son-An	4.51	0.11			
MÖ	Ön-An	3.42	0.50	-1.23	0.47	0.014
	Son-An	4.65	0.31			

Tablo 4.28, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının uygulama öncesi ve uygulama sonrasında ön-anket ve son-anket maddelerinden elde edilen veriler sunulmuştur. İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının modeller ve modellemeyle ilgili olarak uygulama öncesi ve uygulama sonrası görüşleri arasında, çoklu temsiller olarak modeller, tam bir kopya olarak modeller, açıklayıcı araçlar olarak modeller, modellerin yapısının değişimi ve model örnekleri ile ilgili görüş puan ortalamaları arasında .95 güvenlik aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür (.008<.050; .002<.050; .011<.050; .007<.050; .014<.050). Bununla birlikte, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının uygulama öncesi ve uygulama sonrası görüşlerinden elde edilen veriler incelendiğinde, bilimsel modellerin kullanımıyla ilgili görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Dolayısıyla $H_0^{(44)}$: 'İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının bilimsel modellerin kullanımı ile ilgili olarak uygulama öncesi ve uygulama sonrası görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.' hipotezi reddedilemez.

Tablo 4.29 Sınıf Öğretmeni Adaylarının Ön-Anket ve Son-Anket sonrası Görüşlerinin Değerlendirilmesi

		X	S	Anlamlılık
Sınıf Öğretmeni Adayları	Ön-Anket	3.36	0.26	0.000
	Son-Anket	3.93	0.19	

Tablo 4.29'daki veriler incelendiğinde, sınıf öğretmeni adaylarının modeller ve modellemeyle ilgili olarak ön-anket ve son-anket görüşleri arasında .95 güvenlik aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($.000 < .050$). Bu durumda, $H_0^{(414)}$: 'Sınıf öğretmeni adaylarının modeller ve modelleme ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.' hipotezi reddedilir.

Tablo 4.30 İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Ön-Anket ve Son-Anket sonrası Görüşlerinin Değerlendirilmesi

		X	S	Anlamlılık
İlk. Mat. Öğrt Adayları	Ön-Anket	3.42	0.17	0.000
	Son-Anket	4.11	0.29	

Tablo 4.30'daki veriler incelendiğinde, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının modeller ve modellemeyle ilgili görüşleri arasında .95 güvenlik aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür ($.000 < .050$). Bu durumda, $H_0^{(413)}$: 'İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının modeller ve modelleme ile ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.' hipotezi reddedilir.

Tablo 4.31 Sınıf Öğretmeni Adaylarının Cinsiyete Bağlı Ön-Anket Görüşlerinin Değerlendirilmesi

	Cinsiyet	Kişi sayısı	Ortalama	Standart sapma	Anlamlılık
Ön- Anket	Kız	18	3.42	0.28	0.188
	Erkek	15	3.31	0.19	

Tablo 4.31'deki veriler incelendiğinde, sınıf öğretmeni adaylarının cinsiyete bağlı olarak yapılan ön-anket sonrası görüşleri incelendiğinde, bağımsız örneklem t-testi kullanılarak .95 güvenlik aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir (.188>.050). Bu durumda $H_0^{(53)}$: '*Sınıf öğretmeni adaylarının cinsiyete bağlı olarak modeller ve modelleme ile ilgili olarak ön-anket görüşleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.*' hipotezi reddedilemez.

Tablo 4.32 Sınıf Öğretmeni Adaylarının Cinsiyete Bağlı Son-Anket Görüşlerinin Değerlendirilmesi

	Cinsiyet	Kişi sayısı	Ortalama	Standart sapma	Anlamlılık
Son- Anket	Kız	18	3.92	0.20	0.302
	Erkek	15	3.84	0.22	

Tablo 4.32'deki veriler incelendiğinde, sınıf öğretmeni adaylarının cinsiyete bağlı olarak son-anket görüşleri incelendiğinde, .95 güvenlik aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (.302>.050). Bu durumda $H_0^{(54)}$: '*Sınıf öğretmeni adaylarının cinsiyete bağlı olarak modeller ve modelleme ile ilgili olarak son-anket görüşleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.*' hipotezi reddedilemez. Yani sınıf öğretmeni adaylarının cinsiyetlerine göre son-anket görüş puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Tablo 4.33 İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Cinsiyete Bağlı Ön-Anket Görüşlerinin Değerlendirilmesi

	Cinsiyet	Kişi sayısı	Ortalama	Standart sapma	Anlamlılık
Ön- Anket	Kız	19	3.44	0.13	0.914
	Erkek	18	3.43	0.21	

Tablo 4.33'deki veriler incelendiğinde, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının cinsiyete bağlı olarak ön-anket görüşlerinin bağımsız örneklem t-testi yapılarak incelenmesi sonucunda .95 güvenlik aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir (.914>.050). Bu durumda, $H_0^{(51)}$: '*İlköğretim matematik*

öğretmeni adaylarının cinsiyete bağlı olarak modeller ve modelleme ile ilgili olarak ön-anket görüşleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.’ hipotezi reddedilemez. İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının da cinsiyete bağlı olarak ön-anket görüş puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Tablo 4.34 İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Cinsiyete Bağlı Son-Anket Görüşlerinin Değerlendirilmesi

	Cinsiyet	Kişi sayısı	Ortalama	Standart sapma	Anlamlılık
Son- Anket	Kız	19	4,08	0,22	0,701
	Erkek	18	4,02	0,28	

Tablo 4.34’deki veriler incelendiğinde ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının cinsiyete bağlı olarak son-anket görüşlerinin incelenmesi sonucunda, .95 güvenlik aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir (.701>.050). Bu durumda, $H_0^{(52)}$: ‘*İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının cinsiyete bağlı olarak modeller ve modelleme ile ilgili olarak son-anket görüşleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.*’ hipotezi kabul reddedilemez.

4.2.2 Öğretmen adaylarının Modelleme Yeterlikleri

Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili yeterlikleri, ısınma problemleri uygulandıktan sonra verilen iki etkinlikle değerlendirilmiştir. Uygulanan ısınma problemleri ise öğretmen adaylarını matematiksel modellemeye hazırlamak için uygulanmıştır. İlköğretim matematik öğretmeni ve sınıf öğretmeni adaylarının Ayak İzi ve Voleybol Problemiyle ilgili matematiksel modelleme yeterlik puanlarının değerlendirilmesi SPSS’de Bağımsız Örneklem t-testi kullanılarak incelenmiştir. Fakat SPSS testi uygulanmadan önce etkinlikler iki kodlayıcı tarafından Ek-F’deki Puanlama Anahtarına göre puanlanmış ve kodlayıcılar arası karşılaştırma yapılmıştır.

Tablo 4.35 İlköğretim Matematik Öğretmeni ve Sınıf öğretmeni Adaylarının Ayak izi problemiyle ilgili Matematiksel Modelleme Yeterlik Puanlarının Değerlendirilmesi

	Bölüm	Grup Sayısı	Ortalama	Standart sapma	Anlamlılık
Matematiksel Yeterlik	S.Ö	8	14.38	2.70	0.622
	İ.Ö.M	8	13.94	2.24	

Tablo 4.35'deki veriler incelendiğinde, ilköğretim matematik öğretmeni ve sınıf öğretmeni adaylarının ayak izi problemiyle ilgili matematiksel modelleme yeterlik puanlarının değerlendirilmesi sonucunda, .95 güvenlik aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($.622 > .050$).

Tablo 4.36 İlköğretim Matematik Öğretmeni ve Sınıf öğretmeni Adaylarının Voleybol problemiyle ilgili Matematiksel Modelleme Yeterlik Puanlarının Değerlendirilmesi

	Bölüm	Grup Sayısı	Ortalama	Standart sapma	Anlamlılık
Matematiksel Yeterlik	S.Ö	6	15.42	2.91	0.893
	İ.Ö.M	7	15.29	1.08	

Tablo 4.36'deki veriler incelendiğinde, ilköğretim matematik öğretmeni ve sınıf öğretmeni adaylarının voleybol problemiyle ilgili matematiksel modelleme yeterlik puanlarının değerlendirilmesi sonucunda, % 95 güvenlik aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($.893 > .050$).

4.2.3 Öğretmen Adaylarının Tutumları

Bireyler genellikle çevrelerinde oluşan olaylara belirli anlamlar yüklerler. Bu anlamları da, kazanılmış bireysel deneyimler olarak çevrelerine yansıtırlar. Bu deneyimler sonucunda ise inançlar ve yaklaşımlar şekillenir. Bu inanç ve yaklaşımlar tutum olarak adlandırılır. Tutumlar ise bir şekilde davranışa yansır. Bir süre sonra da belirli bir konuda, kendisi ile ilgili yeterli ya da yetersiz olduğuna dair değerlendirmeler yaparak, bu konularda inançlar geliştirmeye başlarlar. Herhangi bir konudaki veya bilgedeki yetersizlik duygusu, kişide güven eksikliği doğurur ve

kişinin o konudan uzak durmasına neden olur. Başarısızlık şansı, başarısızlık korkusu ve başarısız olacağına olan inanç güçlenerek artar.

Tutum, bir bireye atfedilen ve onun psikolojik olay ile ilgili düşünce, duygu ve davranışlarını düzenli bir biçimde oluşturan eğilimdir. Tutumun gücü; bilişsel, duygusal ve davranışsal öğelerin toplamına eşittir; ki bu da yerleşmiş tutumlarda yüksektir. Bir tutum ne kadar güçlüyse onu değiştirmek de o kadar zordur [69].

Öğretmen adaylarının matematiğe karşı tutumlarının uygulamanın öncesinde ve sonrasında değişip değişmediği, uygulanan matematik tutum ölçeğindeki 38 madde ile ölçülmüştür. Ölçeğin güvenilirliğini belirlemek amacıyla hesaplanan Cronbach alphası 0.96 bulunmuştur. İlk uygulanan ölçekteki maddeler, son uygulanan ölçekteki maddeler ile aynıdır. Uygulamanın öğretmen adaylarının matematiğe karşı tutumlarına etkisi, SPSS’de Eş Örneklemeler t-testi kullanılarak incelenmiştir.

Tablo 4.37 Sınıf Öğretmeni Adaylarının Uygulama öncesi ve Uygulama sonrasındaki Tutumlarının Karşılaştırılması

		X	S	Anlamlılık
Tutum Ölçeği	Ön-Tutum	3.62	0.56	0.001
	Son-Tutum	4.41	0.40	

Tablo 4.37, sınıf öğretmeni adaylarının uygulama öncesi ve sonrasındaki tutumlarının puan ortalamaları karşılaştırıldığında, .95 güvenlik aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($.001 < .050$). Bu durumda, $H_0^{(22)}$: ‘Sınıf öğretmeni adaylarının uygulama öncesi ve sonrası tutum puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.’ hipotezi reddedilir.

Tablo 4.38 İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Uygulama öncesi ve Uygulama sonrasındaki Tutumlarının Karşılaştırılması

		X	S	Anlamlılık
Tutum Ölçeği	Ön-Tutum	3.85	0.32	0.013
	Son-Tutum	4.52	0.23	

Tablo 4.38 incelendiğinde, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının uygulama öncesi ve sonrasındaki tutumlarının puan ortalamaları karşılaştırıldığında .95 güvenlik aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (.013<.050). Dolayısıyla $H_0^{(21)}$: ‘İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının uygulama öncesi ve sonrası tutum puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.’ hipotezi reddedilir.

Öğretmen adaylarıyla uygulamaların sonrasında yapılan birebir görüşmelerde şu görüşleri dile getirdikleri görülmüştür:

‘Önyargılarım tamamen gitti. Yani dediğim gibi öyle düz metin şeklindeki bir soruyu görünce ürkütücü gelen ifadelerin sonunda bir şeyler elde edince önyargılarımı aşmış oldum.’ (S.Ö 5 nolu aday)

‘Hazırda veriler olmadan bir şeyler üretmenin zor olduğunu anladım. Problem çözmek için sadece elimize kağıt kalemi alıp işlem yapmanın ötesinde başka şeyler de yaptık. Arkadaşlarla tartıştık, düşüncelerimizi paylaştık, eğlenceli bir süreçti. Matematikten keyif aldım.’ (S.Ö 6 nolu aday)

‘...Matematiğin günlük yaşamda önemli olduğunu hissettim. Farklı tarzda problemler görmüş oldum.’ (İ.Ö.M 2 nolu aday)

Yukarıdaki görüşlerde öğretmen adayları, etkinlikleri yaparken matematikten keyif aldıklarını, matematiğe karşı ön yargılarının kaybolduğunu ve matematiğin günlük yaşamdaki önemli olduğunu hissettiklerini dile getirmişlerdir. Bu da öğretmen adaylarının tutumlarında pozitif yönde değişim olduğunu göstermektedir.

5. TARTIŞMA

5.1 Öğretmen Adaylarının Modeller ve Matematiksel Modelleme ile İlgili Görüşleri

Birinci araştırma sorusuna cevaben; öğretmen adayları bir modelin gerçeği yüzde yüz temsil edebileceklerini düşünmektedirler. Van Driel ve Verloop (1999) çalışmalarında modelin özelliklerini açıklarken, bir modelin her zaman hedeften belirgin ayrıntılarla farklılık göstermesi gerektiğini ve genel olarak bir modelin olabildiğince basite indirgenmesini ve yapılacak araştırmanın özel amaçlarına bağlı olarak hedefin bazı ayrıntılarının kasıtlı olarak model dışında bırakılabileceğini ifade etmişlerdir [4]. Bu anlamda öğretmen adaylarının görüşleri Van Driel ve Verloop [4] ile örtüşmemektedir. Yine Hestenes (1987)'in de belirttiği gibi bir model betimleyici veya açıklayıcı olmakla birlikte tahmin edici güce sahip olmalıdır [5].

Tam bir Kopya Olarak Modellere ait olan Tablo 4.2'den elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, öğretmen adaylarının belirgin bir kısmının modellerin temsil ettiği gerçeğe yaklaşması gerektiğini kabullendiklerini göstermektedir. Van Driel ve Verloop (1999)'a göre, bir model temsil ettiği hedefle doğrudan etkileşmez ve bu nedenle bir fotoğraf veya spektrum bir model olarak nitelendirilemez. Bir model hedefe uygun benzetmelere dayanmaktadır. Bu nedenle, bir model her zaman hedeften belirgin ayrıntılarla farklılıklar gösterir [4].

Tablo 4.3'deki Açıklayıcı Araçlar olarak Modeller ile ilgili öğretmen adaylarının görüşlerine bakıldığında, modeller bilimsel olayların zihnimizde bir resmini oluşturmamıza yardımcı olur görüşü büyük bir çoğunlukla kabul edilmektedir (M17). Bu madde, zihinsel modellerin varlığını vurgulamaktadır. Yani öğretmen adayları modelin temsil ettiği gerçeğe ilgili olarak zihinde yeni düzenlemeler yapıldığı ve bunun da temsil edilen gerçeğe çeşitli bakış açıları ile değerlendirmeye olanak sağladığının bilincindedirler. Modeller, betimleyici veya açıklayıcı olabilir [5]. Bilimsel Modellerin Kullanımıyla ilgili öğretmen adayı

görüşlerini veren Tablo 4.4’de modellerin bilimsel araştırmalarda nasıl kullanıldığını göstermek için yine modeller kullanılır (M22) fikrine sınıf öğretmenleri adaylarının % 21’inin, ilköğretim matematik öğretmenleri adaylarının %14’ünün katılmaması ve bununla birlikte sınıf öğretmenleri adaylarının %40’ının ve ilköğretim matematik öğretmenleri adaylarının % 29’unun kararsız kalması modellerin tabiatı hakkında büyük bir çoğunluğun sıkıntı yaşadığını göstermektedir. Çünkü Tregaust (2002) tarafından yapılan model sınıflandırılması dikkate alındığında, modellerin araştırmalarda nasıl kullanıldıklarını göstermek için yine modellere ihtiyaç duyulacağı kesindir [63]. Bu ihtiyacı kabul edenlerin oranı ise düşüktür.

Tablo 4.5’deki Modellerin Yapısının Değişimiyle ilgili maddelerde öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu elde edilen yeni bilgiler doğrultusunda modellerin değişebileceği görüşünü paylaşmaktadırlar (M24-M26). Bu durum, öğretmen adaylarının modelleri durağan gerçekler olarak algılamadıklarına ve ihtiyaç duyuldukça modellerin değiştirilebileceğinin farkında olduklarına işaret etmektedir. Van Driel ve Verloop (1999) bilimsel modellerin ortak özelliklerini açıklarken, ‘Bir model karşılıklı olarak birbirini etkileyen süreçler sonunda geliştirilir ve hedefle ilgili yeni çalışmalar ortaya çıktıkça da modellerde revizyona gidilebilir.’ şeklinde açıklamada bulunmuşlardır [4].

Model Örnekleri grubundaki anket maddelerinden elde edilen veriler, öğretmen adaylarının belirgin bir kısmının model örneklerinin neler olduğu konusunda yeterli bilgiye sahip olmadığını göstermektedir. Tregaust (2002), tarafından yapılan model sınıflandırmasında M30’da ifade edilen örneklerin birer bilimsel model olduğu açıkça anlaşılmaktadır [64].

Öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerden çıkan alt temalardan biri olan model algısında yoğunlaştıkları noktalar, gerçeğine benzeri, fakat aynısı değil, denklemler, şekil, formüller şeklindedir. Özellikle öğretmen adaylarından birkaçının gerçeğin benzeri fakat aynısı değil şeklindeki detayı literatürün de üzerinde durduğu durumdur. Hestenes (1987)’in model tanımında da ‘Bir model, başka bir şeyin yerine kullanılabilen objedir. Gerçek bir şeyin kavramsal temsilidir.’ şeklindedir [5]. Yine Van Driel ve Verloop (1999)’un model tanımlamalarıyla öğretmen

adaylarından S.Ö 7 nolu aday ve S.Ö 9 nolu adayın model algısı alt temasında belirttikleri görüşleri örtüşmektedir [4, 13]. Model Örnekleri Frekans Dağılımını gösteren Tablo 4.9 incelendiğinde, Harrison ve Tregaust (2000) tarafından yapılmış olan ayrıntılı sınıflandırma modeline göre, öğretmen adaylarının modelle ilgili verdikleri örnekler daha çok ölçeklendirme modelleri, pedagojik analogik modeller ve matematiksel modeller grubuna girmektedir [7, 12]. Öğretmen adaylarının model kullanma sebepleri açısından görüşleri dikkate alındığında bir modelin, betimleyici veya açıklayıcı rol üstlenmesi [6], model kullanmadaki önemli nedenlerden biridir.

Tablo 4.10'daki Matematiksel Modelleme Algısı açısından Frekans Dağılımı incelendiğinde öğretmen adaylarının görüşleri, English'in [13] görüşleriyle örtüşmektedir. Matematiksel modellemeyi, belirsiz veya açıklanmamış ve çok az yada çok fazla olabilecek bilgiyi; ayrıca yorumlanması zor olabilecek görsel önermelerin belgelerle ispatladıkları yolların keşfedilmesi olayı [13, 43] olarak gören öğretmen adayları da olmuştur. Lesh ve Doerr, (2003)'a göre öncelikle durumu anlamlandırma, problemdeki bilgileri yorumlama, birbiriyle ilişkili olanları belirleme, anlamlı varsayımlar oluşturma, matematiksel düşünme ve muhakeme etme becerilerinin matematiksel modelleme sürecinde öne çıkan yeterlikler [8, 29] öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerde de ortaya çıkan yeterliklerdir. Doerr ve English [23], Lesh, Zawojewski ve Carmona [24] da yaptıkları çalışmalarda, matematiksel modelleme yapmak için gerçek durumları matematikselleştirmek gerektiğini vurgulamışlardır. Yine İ.Ö.M 4 nolu aday ve S.Ö 3 nolu adayın matematiksel modelleme yeterlikleri alt temasında belirttikleri görüşler, Blum ve Kaiser'in [29] matematiksel modelleme yeterlik tanımına uymaktadır.

Lesh ve Doerr [8]'a göre, modelleme dört adımlı döngüsel bir yapıya sahip olup, ilk aşamada problemin tanımlanması, anahtar özelliklerin ve bu özellikler arasındaki ilişkinin belirlenmesi önemlidir. Bu anlamda örneğin S.Ö 1 nolu aday, S.Ö 7 nolu adayın matematiksel modelleme aşamaları alt temasında ifade ettikleri görüşler, Lesh ve Doerr'un [8] tanımladığı adımlarla örtüşmektedir. Bir sonraki adım için Galbraith'e [58] göre, varsayımların belirlenmesi de bu aşamanın önemli bir özelliğidir. İ.Ö.M 8 nolu adayın ve S.Ö 4 nolu adayın görüşleri de Galbraith'in [58], görüşleriyle örtüşmektedir. Modellemenin ikinci adımında ise öğretmen

adaylarının belirttiği tabloya dökme, grafik oluşturma ve denklem bulma şeklindeki matematikselleştirme girişimleri yer almaktadır [58, 15]. Bununla birlikte, probleme ilişkin bir çözüm, matematiksel model ile açıklanamazsa, modelleyiciler daha önceki adımlara geri dönerler. Bu da modellemenin tekrarlı yapısına işaret etmektedir [17].

Doerr ve Tripp [10], yaptığı çalışmada model oluşturma aktivitelerinde grup çalışmasının kullanıldığını, çalışma sayesinde öğrenciler arasında etkileşimlerin gerçekleştiğini ve aktiviteler sırasında tartışma süreçlerini sürdürme, öğrencilerin sorularını veya tahminlerini paylaşımlarının bu etkileşimler aracılığıyla gerçekleştiği sonucuna ulaşımlardır. Yapılan çalışmada da öğretmen adayları, grup çalışmasında grup içinde yaşanan etkileşimin önemini vurgulamışlardır. English'in [48] çalışmasında da öğrenciler gruplar halinde çalışmışlardır. English'e [48] göre grup çalışması; öğrencilerin fikirlerini tanımlamayı, yapılandırmayı, açıklamayı, doğrulamayı, kontrol etmeyi ve iletişime geçmelerini sağlamıştır. Öğretmen adaylarının görüşleri English'in [48] çalışmasının sonuçlarıyla örtüşmektedir. Bununla birlikte, matematiksel modellemede grup çalışmasının olumsuz özelliklerini dile getiren öğretmen adayları da olmuştur. Grup Çalışmasının Olumsuz Özellikleri ile ilgili Frekans Dağılımını gösteren Tablo 4.15 incelendiğinde; Öğretmen adaylarının sıklıkla dile getirdikleri görüş, grupta görev paylaşımının olmaması, grup arkadaşlarının çalışmaya katılmada istekli ve aktif olmamalarıdır. Çalışmadan iyi bir sonuç almak için bireysel çalışmak isteyen öğretmen adayları da olmuştur. Literatürde matematiksel modelleme aktiviteleri için grup çalışmasının en uygun olduğu düşünülürken öğretmen adaylarının grup çalışmasıyla ilgili dile getirdikleri sıkıntılar oldukça fazladır. Yapılan diğer çalışmalarda böyle bir sonuca ulaşılmamış olunması, bu çalışmada ise böyle bir sonucun ortaya çıkma sebebinin kültürel farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

English ve Watters [38] yaptığı çalışmada öğrencilere okul müfredatında karşılaşmadıkları tarzda veri tablolarını içeren iki modelleme problemi sunmuşlar, çalışmanın bulguları olarak ise öğrencilerin veri tablolarıyla çalışmada ve bu tabloları yorumlamada bazı grupların zorluklar yaşadıklarını gözlemlemişlerdir. Benzer zorluklar öğretmen adaylarının da görüşmelerde yoğun olarak dile getirdikleridir. Oğuz (2007) yaptığı çalışmada ise, model oluşturma'nın uzun bir

süreç olduğunu ve öğrencilere spesifik öğretim yapılmadan modelleri oluşturmada öğrencilerin güçlükler yaşayabileceği sonucuna varmıştır [45]. English ve Watters [38] ve Oğuz'un [45] yaptığı çalışmalarda öğrencilerin yaşadıkları güçlükler, öğretmen adaylarının belirttikleri görüşlerle örtüşmektedir. Literatürde matematiksel modelleme sürecinde yaşanan zorluklarla ilgili karşılaşılmayan bulgulardan biri olarak grup çalışması yapılmasını söyleyebiliriz.

English (2006)'e göre modelleme problemleri geleneksel okul deneyimlerinin ötesinde matematiksel düşünmeyle ilgilenmeyi gerektirmektedir [47]. English [48] yaptığı bir çalışmada, gruplar içerisinde sosyal etkileşimlerin gerçekleştiğini ve bu etkileşimlerin, öğrencilerin derslerini planlama ve gözden geçirmeyle, bir başkasının varsayımlarına ve iddialarına meydan okumayla, açıklama ve doğrulama için soru sormayla, gelişimi izlemeyle ve bir takım olarak çalışılan grubu sağlamayla meşgul olmalarına katkıda bulunduğu sonucuna varmıştır. Benzer şekilde yapılan çalışmada da öğretmen adayları grup içinde çalışma zevkine varmayı, farklı bakış açıları kazanmayı, farklı fikirleri dinleyebilmeyi ve tartışabilmeyi matematiksel modelleme sürecinde edindikleri kazanımlar olarak görmektedir.

5.2 Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Süreci Sonrasında Tutumları

Araştırmanın ikinci sorusunu ele alalım. Fasetti and Rodriguez [54] öğrencilerin katıldıkları kurstan sonra uygulanan anket sonuçlarına göre, modellemenin rolüyle ilgili olarak öğrencilerde pozitif yönde tutumsal bir gelişme gözlemlendiği bulgusunu elde etmişlerdir. Sınıf öğretmeni adaylarının uygulama öncesi ve sonrasındaki tutumlarının karşılaştırıldığı Tablo 4.37'de, sınıf öğretmeni adaylarının uygulama öncesi ve sonrasındaki tutumlarının puan ortalamaları karşılaştırıldığında .95 güvenlik aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Benzer şekilde Tablo 4.38 incelendiğinde, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının uygulama öncesi ve sonrasındaki tutumlarının puan ortalamaları karşılaştırıldığında .95 güvenlik aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Fasetti and Rodriguez [54]'in bulgularıyla araştırmada

öğretmen adaylarının tutumlarının değişimiyle ilgili elde edilen bulgular örtüşmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerde de ön yargılarını aştığını, matematikten keyif aldığını ve matematiğin günlük yaşamda öneminin farkına vardığını belirten adaylar olmuştur. Bu da öğretmen adaylarının tutumlarında pozitif yönde değişim olduğunu göstermektedir.

5.3 Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Yeterlikleri

Üçüncü araştırma sorusuna cevaben, ilköğretim matematik öğretmeni ve sınıf öğretmeni adaylarının her iki etkinlikteki matematiksel modelleme yeterlik puanları değerlendirilmiştir. Her iki etkinlikte de öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlik puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Literatüre bakıldığında, ilköğretim matematik öğretmeni ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri arasında farkın olup olmadığı konusunda yapılmış bir araştırmaya rastlanmadığından bu çalışmadan elde edilen sonuçların alana yeni bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

5.4 Öğretmen Adaylarının Modeller ve Modelleme ile ilgili Görüşlerinin Değişimi

Modeller ve modelleme ile ilgili olarak ankette bulunan alt gruplarda, ilköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının ankette ifade ettikleri görüşlerin ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığı SPSS’de Bağımsız Örneklem t-testi kullanılarak incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda; ilköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının çoklu temsiller olarak modeller, tam bir kopya olarak modeller, açıklayıcı araçlar olarak modeller, bilimsel modellerin kullanımı, modellerin yapısının değişimi ve model örnekleri olmak üzere altı alt grupta toplanılan özellikler ile ilgili görüşleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı görülmüştür. Yine uygulamanın öğretmen adaylarının modeller ve modelleme ile ilgili görüşlerine etkisi SPSS’de Eş Örneklem t-testi kullanılarak incelenmiştir. Sınıf öğretmeni adaylarının modeller ve modellemeyle ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüşleri arasında, çoklu temsiller olarak modeller, tam bir kopya olarak modeller, bilimsel modellerin kullanımı, modellerin yapısının

değişimi ve model örnekleri ile ilgili görüş puan ortalamaları arasında .95 güvenlik aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür. İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının da modeller ve modellemeyle ilgili olarak uygulama öncesi ve sonrası görüşleri arasında; çoklu temsiller olarak modeller, tam bir kopya olarak modeller, açıklayıcı araçlar olarak modeller, modellerin yapısının değişimi ve model örnekleri ile ilgili görüş puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür. Literatüre bakıldığında ise öğretmen adaylarının modeller ve modelleme ile ilgili görüşlerinin değişimini inceleyen karşılaştırma amaçlı çalışmaya rastlanmamıştır. Bu açığı kapatmak için çalışmanın önemli bir yeri olduğu düşünülmektedir.

5.5 Öğretmen Adaylarının Cinsiyete Bağlı Modeller ve Modelleme ile ilgili Görüşleri

Araştırmanın beşinci sorusunu cevaplamak amacıyla ilköğretim matematik öğretmeni ve sınıf öğretmeni adaylarının cinsiyete bağlı olarak ön-anket ve son-anket sonrası görüşleri değerlendirilmiştir. Sınıf öğretmeni adaylarının cinsiyete bağlı olarak yapılan ön-anket ve son-anket sonrası görüşleri incelendiğinde, Bağımsız Örneklem t-testi kullanılarak istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. Benzer şekilde ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının da cinsiyete bağlı olarak ön-anket ve son-anket sonrası görüşlerinin incelenmesi sonucunda, istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. Literatüre bakıldığında ise, Ungefjård ve Holmquist (2005)'in ilköğretim ikinci kademe öğrencileri ile yaptıkları çalışmada, matematiksel modelleme kursuna katılan kız ve erkek öğrenciler arasında matematiksel modelleme performansı yönünden anlamlı farklılıklar görülmüştür [55].

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1 Sonuçlar

Yapılan çalışmada, ilgili literatürün paralelinde ve yapılan çalışmanın kendine özgü doğasından kaynaklanan sonuçlara ulaşılmıştır. Bu sonuçlar aşağıda verilmiştir:

Öğretmen adaylarının en çok zihinlerinde yer etmiş model örneğinin biyoloji dersinden öğrendikleri DNA modeli olmakla birlikte hücre modeli ve dünya modeli de verdikleri diğer örnekler arasındadır. Yine öğretmen adaylarından gelen farklı bir görüş de, alanlardaki araştırmalar devam ettiği için, sürekli yeni bir şeyler ortaya koymak gerektiğinden dolayı, modellerin yapısının, kendisinin zaman içinde değişebileceği fikridir. Bununla birlikte, matematiksel modelleme etkinlikleriyle ilgili olarak ilköğretim matematik öğretmeni ve sınıf öğretmeni adayları etkinliklerde zorlandıklarını dile getirmişlerdir. Etkinlikleri yaparken öğretmen adaylarının kavram yanılgıları yaşadıkları görülmüştür. Grafik oluştururken doğrusal çıkan bir grafiğin parabol oluşturduğu yorumunu yapmaları, orijinden geçen bir doğru denklemi için $y=mx+n$ denklemini kullanmaları, 173 cm'yi yazarken 1,73 cm olarak yazmaları grupların yaptıkları hatalardandır. Etkinliklerle uğraşma sırasında öğretmen adayları sahip oldukları yeterliklerinin problemler için yeterli olmadığını dile getirmişlerdir. Bununla birlikte ilköğretim matematik öğretmeni adayları ve sınıf öğretmeni adaylarının çalışmadaki problemler için matematiksel modelleme yeterlik performans puanları değerlendirildiğinde puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. İlginçtir ki, her iki grubun da problemlerde takıldıkları yerler benzer noktalardır.

Öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerde genel olarak, grup çalışmasının adaylar tarafından olumlu karşılanmasıyla birlikte, grup çalışmasının olumsuz yönlerinin de dile getirildiği gözlemlenmiştir. Grup üyeleri, grup içinde problemi

tartışırken çok fazla gürültü olması, grup üyelerinin birbirlerini dinleme konusunda çok fazla titiz davranmamaları gibi sebeplerden dolayı probleme tam olarak odaklanamadıklarını söylemişlerdir. Grup çalışması sırasında, grup üyelerinin üzerine düşen görevleri yerine getirmemesi, fikirlerini belirtmekte çekingen davranmaları, zaman zaman yükün tek kişi üzerinde olması çalışmada grup çalışmasını dezavantajlı duruma getirmiştir. Bununla birlikte, tek başına olsa problemi çözemeyeceğini, ortaya bu kadar farklı fikir atamayacağını, grup çalışması sayesinde birbirlerinin eksiklerini kapatabildiklerini, bilgi paylaşımın yoğun bir şekilde yaşandığını ve böylelikle farklı bakış açılarından soruya yorum getirip, başarılı olduğunu düşünen öğretmen adayları da olmuştur. Çalışmanın bazı öğretmen adayları için kazandırdıklarından biri de, alanla ilgili eksikliklerinin farkına varmaları (örneğin grafikten denklem yazma gibi) ve bu eksikliklerini konuyu bilen bir arkadaşından yardım alarak kapatma yoluna gitmiş olmalarıdır.

Öğretmen adayları tarafından sıklıkla dile getirilen görüşlerden biri de, problemlerin ders kitaplarında yer almayan, daha önce karşılaşmadıkları türden olmasıydı. Problemler çok uzun olduğu için, problemleri okurken sonuna geldiklerinde başını unutmaları öğretmen adaylarına zamanı kullanmada zorluklar yaşatmıştır.

Yine öğretmen adayları arasında sıkça dile getirilen görüşlerden biri de, etkinliklerde yer alan problemlerin son aşamalarında başarılı olamadıkları, problemi bir yere kadar getirip, o noktadan sonra tıklandıklarını dile getirmişlerdir. Bir öğretmen adayının, ‘...Verileri toplayıp, listeledik. Sonra bunları koordinat düzlemine taşıdık. Ondan sonrasını da zaten getiremedik. Doğrusal orantı olduğunu da yorumla bulduk. Ama bir türlü bunu da denkleme dökemedik.’ şeklinde görüş belirtmesi modelleme sürecini tamamlayamadıklarını göstermektedir. Yine başka bir öğretmen adayı da ‘Verilerimizi topladık, hipotezler oluşturduk. Sonra bunlarla ilgili deneme yapmadık, doğru mu değil mi diye? Bulduklarımızı teyit etmedik yani.’ şeklinde görüş belirtmiştir. İlköğretim matematik öğretmen adaylarından bir öğrenci de ‘Veriler toplandı, tahminler ortaya atıldı. Verileri de tabloya döktük. Buradan bir sonuç çıkarmaya çalıştık. Ama bu kısımda başarısız olduk galiba biz.’ demesi öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecini tamamlama kısmında başarılı

olmadıklarını göstermektedir. Gruplar genel olarak, sürecin yorumlama ve geçerlilik aşamalarını tamamlayamamışlardır.

Öğretmen adaylarından matematiğin sadece sayılardan ibaret olmadığını, günlük hayat içinde matematiği kullanmanın farkına varmayı, matematiksel düşünmenin kolay olmadığını ve matematiksel modellemenin uzun bir süreç olduğunu belirten adaylar olmuştur. Bununla birlikte, önyargılarını aşan ve kendine farklı bakış açıları kazandırdığını söyleyen ve düşündürücü problemlerin eğlenceli olduğunu düşünen öğretmen adayları da olmuştur. Bu da yapılan çalışmanın öğrencilerde pozitif yönde tutum geliştirdiğini göstermektedir. Yapılan istatistikler sonucunda öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve uygulama sonrasındaki tutumlarının puan ortalamaları karşılaştırıldığında da, tutumlarında pozitif yönde bir değişim gözlenmiştir. Bununla birlikte, sınıf öğretmeni ve ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının modeller ve modellemeyle ilgili olarak uygulama öncesi ve uygulama sonrası görüşleri arasında da anlamlı farklılıklar görülmüştür.

Genel olarak bakıldığında ise çalışmanın matematik eğitimi için özel bir öneme sahip olan birkaç yönü vardır. Her şeyden önce öğretmen adayları anlamlı, kapsamlı bir modelleme problemleri programına başarılı bir şekilde katılmış oldular. Problemler farklı bilgi seviyelerinde çözülebildiği ve problem çözme yaklaşımları çeşitliliğine olanak sağladığı için, öğretmen adaylarının ve öğrencilerin öğrenme yaşantılarına katkıda bulunmasına imkan sağlar. Geleneksel sınıf içi problem çözmeye zıt olarak problemleri modelleme, öğrencilerin matematik anlayışının çeşitli yönlerde gelişmesiyle beraber çeşitli öğrenme yöntemleriyle ilgili fırsatlar sunar. Dolayısıyla model oluşturma ve geliştirme yönteminin matematik öğretimine olumlu katkılar sağlayacağı görülmektedir.

Problemler, öğretmen adaylarının gelecekteki matematiksel yapılandırma ve matematiksel süreçlerinin bağımsız gelişimleri için geniş bir platform sağlar. Öğretmen adaylarının çalışmalarından yola çıkılarak modelleme aktivitelerinde öğrenciler, fikirlerini ifade ederek, faktörleri seçerek ve deneyerek, modelleri oluşturarak ve gözden geçirerek birçok tekrar eden süreci yaşama şansına sahip olurlar. Problemlere yapısal olarak uygun olan kendi matematiksel fikirlerini üretip

geliştirme fırsatını yakalarlar. Model oluşturma, öğrencilerin çok daha fazla şey öğrenmeleri için öğrencilerin merakını besleyen ve onları cesaretlendiren bir öğrenme döngüsü olarak düşünülebilir.

Çalışmanın diğer bir önemli yönü problemler yapıları gereği, öğretmen adaylarının birbirleriyle matematiksel düşünce ve anlayışları paylaşımları ve birbirleriyle iletişim kurmalarını gerektirmektedir. Modelleme problemleri bu anlamda değerlidir. Çünkü bu problemler, öğretmen adaylarına matematiksel iletişim becerilerini geliştirmeleri için çeşitli imkanlar sağlarlar. Problemlere informal ve kişisel bilgilerini uyguladıkları yolları, veriler üzerinde nasıl işlemler yaptıklarını, matematiksel anlamalarını sundukları yolları ifade etme şansı verir. Aynı durum öğrenciler için de geçerlidir. Öğrenciler de özgürce problem çözme yoluyla matematiksel düşüncelerini dile getirirler ve kendi ilerlemelerini kaydetmek için çeşitli yazılı formatları kullanarak diğer öğrencilerin de bunları inceleyip değerlendirmesiyle iletişimsel becerilerini geliştirirler. Modelleme sürecinde öğrenciler arasındaki etkileşimler önemli olduğu için, modelleme aktiviteleri boyunca öğrencilerin soruları veya tahminleri birbirlerinin düşünce şeklini etkileyebilir ve üretici bir şekilde düşüncelerinin gelişmelerine neden olabilirler. Bundan dolayı, öğrenmenin sosyal yönü modelleme bakış açısının önemli bir bileşeni oluşturmaktadır. Bu araştırma, problemleri değerlendirme açısından da önemlidir. Öğrenciler çalışmalarını rapor etme sırasında, arkadaşlarının modellerini dinlerken ve bunlar hakkında düşünürken yapıcı değerlendirmeyi kullanırlar. Öğretmenler ve araştırmacılar, sözlü ve yazılı dokümanları analiz ederken, öğrencilerin düşünme biçimleriyle ve bunların nasıl test edildiği, gözden geçirildiği, geliştirildiğiyle ilgili anlayışlar kazanırlar. Böyle bir değerlendirme öğrencilerin, gelişen matematiksel anlayışlarla dersi nasıl daha fazla ilerletebileceğiyle ilgili zengin bir temel sağlar.

Çalışmadan çıkarılan sonuçlardan biri de, bilgi ve uygulamaların karışık bir şekilde birbirleriyle ilişkili olduğudur. Öğrenciler meşgul olduğu ve gelecekte de meşgul olmaya ihtiyaç duyacakları uygulamaları dikkate alacak bilgilerin ötesine gitmeye gereksinim duymaktadır. Eğer öğrenciler sadece kendilerine gösterilen standart metodları yeniden üretirlerse, bu durumda sadece sürecin tekrarı

niteliğindeki matematik dersi dışında kullanımı sınırlı olan belirli uygulamaları öğrenecektir. Çeşitli uygulamalarla öğrencileri meşgul edecek fırsatlar, sadece durumsal fikirlere dayalı olan öğretim yaklaşımlarıyla sağlanmaz. Matematiksel modelleme için fırsatlar sağlamak amacıyla düzenlenen matematik dersleri, öğrencileri benzer uygulamalarla meşgul eder. Fakat yerleşik bakış açısına göre, böyle deneyimlerin amacı sadece bireysel anlamayı arttırmak değil, aynı zamanda öğrencileri günlük yaşamlarında temsil edilen ve ihtiyaç duyulan uygulamalarla meşgul edecek fırsatları da sağlamaktır. Eğitimciler, öğrencilerin matematiksel modellemeyle uğraşmalarını önermektedirler. Öyle ki öğrenme durumları, daha derin ve kavramsal matematik bilgisini geliştirme yönünde öğrencileri cesaretlendirebilsin.

Modelleme problemleri, küçük grup çalışmaları için düzenlendiğinden dolayı, problem çözme sırasında grup rollerini üstlenmeyi kolaylaştırır. Böyle roller, grubun bütünlüğünü sürdürmeyi, grubun ilerlemesini denetlemeyi ve geliştirmeyi yani hareket etme yollarını başlatmayı içerir. Problemleri modelleme etkinlikleri de, öğrencilere bu tarz fırsatları sağlaması açısından oldukça değerlidir. Matematik öğretiminde modellemenin avantajlarından biri de, modelleyiciye bilindik, somut ve daha yakın gelen matematiksel olmayan bağlamlar ile matematiksel bağlamların sürecinin bir arada bulunmasıdır. Uygun şekilde birleştirilen modelleme ve problem çözme, matematik yönünde öğrencilerin tutumlarını geliştirme için fırsatlar sunar ve bu da eğitimciler için önemli bir gerçektir.

Son olarak ise, öğretmen adayları problemleri etkinliklerdeki deneyimsizliklerinden ve gerekli matematik bilgilerindeki eksikliklerinden dolayı zor bulmuşlardır. Bundan dolayı, öğrencilere spesifik öğretim yapılmadan modelleri oluşturma sürecine başlanmamalı, aksi takdirde öğrencilerin güçlükler yaşayabileceği sonucuna varılmıştır.

6.2 Öneriler

Çalışmanın sonuçlarına dayanarak aşağıdaki belirtilenleri gerçekleştirmek için şu öneriler sunulmuştur:

- 1) Öğrenme ortamı modelleme temelli olarak biçimlendirilebilir. Hizmet öncesi öğretmenlerin öğretim yöntemleri derslerinde, modellemeye uygun ilginç ve karmaşık problemler incelenebilir. Bu problemler, matematik konularının öğretimine başlamak için uygun ve etkin bir araç olarak kullanılabilir. Hizmet öncesi öğretmen adayları, küçük gruplar oluşturarak birlikte çalışabilir ve elde ettikleri çözümü sınıfta bulunan arkadaşlarına sunabilirler. Sınıftaki diğer öğretmen adayları da değerlendirme yaparak sunu yapanlara dönüt verebilirler.
- 2) Geleneksel sınıf içi problem çözmenin aksine problemleri modelleme, öğretmen adaylarının matematik anlayışının çeşitli yönlerde gelişmesiyle beraber çeşitli öğrenme yöntemlerine de imkan sağlayabilir. Dolayısıyla model oluşturma ve geliştirme yönteminin matematik öğretimine olumlu katkılar sağlayacağı görülmektedir.
- 3) Matematiksel modelleme problemlerinin içeriklerini ve çözüm yollarını içeren tartışma becerileri geliştirilebilir. Sınıf içindeki ayrıntılı tartışmaları geliştiren en başarılı yaklaşımlardan birisi, öncelikle verilen problemi küçük grupların araştırması ve tartışması, daha sonra çözümlerin tüm sınıfa bireysel ya da grup olarak sunulması ve en sonunda problemin öğretmen adayları tarafından bulunan çözüm yollarının ve yanıtlarının sınıfta tartışılmasıdır.
- 4) Problemler ve sınıf-içi uygulamalar ile ilgili sorgulama yapacak fırsatlar verilebilir. Öğretmenlerin derste işlenen konuyla ilgili matematiksel içeriği, matematiksel sorgulama yöntemlerini, öğrenci çözümlerini incelemek ve onların üzerinde çalışmak için zamana gereksinimleri vardır, bunun giderilmesi gerekir. Öğretmenler bu konu üzerinde odaklanırsa yapıcı eleştirme güçleri artabilir.
- 5) İletişim becerilerinin ve sınıf-içi tartışmaların geliştirilmesi gereklidir. Matematiksel bilginin sözel, sembol, tablo, grafik vb. formlarda ele alınması da matematiksel iletişim becerisinin gelişmesine katkıda bulunacaktır. Bu anlamda modelleme temelli etkinlikler uygundur.

- 6) Eğitim fakültelerinde matematiksel modellemenin matematik eğitiminde nasıl kullanılacağını konu alan seçmeli derslere yer verilebilir. Özel öğretim yöntemleri dersinin kapsamı, matematiksel modellemeyi de içine alacak şekilde genişletilebilir.
- 7) Her ne kadar bu tez çalışması lisans düzeyindeki öğrencilerle yapılmış olsa bile, hizmet-içi eğitim seminerleriyle matematiksel modellemenin nasıl kullanılacağı hakkında ilköğretim 1-8. sınıflar düzeyinde de bilgilendirme çalışmaları yapılabilir.
- 8) Öğrenciler matematiksel modellemeyle uğraşmalıdırlar ve bu uğraşı onları, öğrenme durumlarının daha derin ve kavramsal matematik bilgisini geliştirme yönünde cesaretlendirebilir.
- 9) Dinamik matematik programları oluşturulabilir. Matematik eğitiminin amaçlarından biri de, problem çözmeye matematiksel modellemeyi kullanmak olmalıdır. Tüm düzeylerde matematik bilgisi içeren problemler sunulabilir.
- 10) Benzer bir çalışma ilköğretim ve ortaöğretim okullarındaki öğrencilerle ya da eğitim sistemindeki öğretmenlerle de yapılabilir.
- 11) Yeni bir eğitimsel yaklaşım olan modelleme; öğretim, öğrenme ve araştırma için ümit verici uygulamalardır. Türkiye’ de yeni ulusal matematik müfredatının revizyonu ve gelişimi için önemli önerilere sahip olabilir.

6.3 Araştırmada Karşılaşılan Zorluklar ve Deneyimler

Öğrencilerin etkinliklere katılmak istememeleri ve etkinliklerde yer alan problemlerle ilgili yetersiz açıklama yapmaları bu tür araştırmalarda önemli bir sorundur. Öğrencilere uygulanan etkinliklerin bir sınav özelliği taşımadığını ve öğretimi ve kendilerini geliştirmek amacıyla yapıldığı anlatılarak sorulara içtenlikle cevaplar vermeleri konusunda ikna edilmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin normal

derslerini işledikleri zamanlarda bu etkinlikler ve anketler uygulanmaya çalışılmıştır. Öğretmen adayları, problemleri etkinliklerdeki deneyimsizliklerinden ve gerekli matematik bilgilerindeki eksikliklerinden dolayı zor bulmuşlardır.

Ayrıca görüşmeye katılmak isteyen öğrencilerin azlığı ve görüşme sırasında bazı öğretmen adaylarının da isteksiz oluşları da başka bir sorun olarak düşünülebilir. Bu durum, modelleme ve matematiksel modellemeyle ilgili veri toplayabileceğimiz öğrencilere ulaşamama anlamına gelmektedir. Görüşme yapılma konusunda öğretmen adayları zorlanmamış, isteksiz olanlar görüşmeye alınmamıştır. Görüşmeye alınan öğrencilerin rahat bir şekilde düşüncelerini ifade edebilmeleri sağlanmaya çalışılmıştır.

Etkinliklerin uygulandığı ve görüşmenin yapıldığı ortam da araştırmada daha etkili olabilirdi. Öğrenciler etkinliklerdeki soruları cevaplarken, grup çalışması yapmışlardır. Grup çalışmaları sırasında birtakım sıkıntılar yaşanmıştır. Grupta görev paylaşımının tam olmaması, grup üyelerinin fikirlerini belirtmekte çekinmesi ya da fikirlerin beğenilmemesi, çalışma sırasında çok fazla gürültü olması, dolayısıyla üyelerin birbirlerini dinlemekte güçlük yaşanması grup çalışması sırasında yaşanan zorluklardır. Ayrıca öğrencilerle yapılan görüşmelerde özel bir oda kullanılmış, dışarıdan bir rahatsızlık gelmemesine de özellikle dikkat edilmiştir.

7. EKLER

EK-A MODELLER VE MODELLEME ANKETİ

Değerli öğretmen adayları, sizin modeller ve modelleme hakkındaki görüşlerinizi belirlemek amacıyla bu anket hazırlanmıştır. Bu konuda bize yardımcı olacağınızı ümit ediyoruz.

Genel Açıklamalar: Aşağıdaki önermeleri/görüşleri dikkatlice okuyun ve kendi düşüncelerinizi yansıtacak biçimde yanıtlayın. Bu önermelerin ‘doğru’ ya da ‘yanlış’ diye bir yanıtı yoktur. Düşüncenizi/görüşünüzü ayraç içine tik veya çarpı işareti koyarak belirtiniz.

Cinsiyetiniz: ()Bayan () Bay

GÖRÜŞLER		Tamamen Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Tamamen Katılmıyorum
1	Bir bilimsel olayın farklı yönlerini göstererek bu olayın özelliklerini ifade etmek için birçok model kullanılabilir.	()	()	()	()	()
2	Bir bilimsel olay için geliştirilen birden çok model, olayın farklı versiyonlarını (çeşitlerini) içerir.	()	()	()	()	()
3	Modeller, fikirler arasındaki ilişkiyi açık bir şekilde gösterebilir.	()	()	()	()	()
4	Bir cismin farklı yönlerini veya şekillerini göstermek için birden çok model kullanılabilir.	()	()	()	()	()
5	Birden çok model, bir cismin farklı kısımlarını gösterir veya cisimleri farklı şekilde gösterir.	()	()	()	()	()
6	Birden çok model farklı bilgilerin nasıl kullanıldığını gösterir.	()	()	()	()	()
7	Bir model, bir bilimsel olayı göstermek veya açıklamak için gereken her şeyi içerir.	()	()	()	()	()
8	Bir model tam bir kopya olmalıdır.	()	()	()	()	()
9	Bir model gerçek nesneye benzemelidir.	()	()	()	()	()
10	Bir model, hiç kimsenin reddedemeyeceği kadar, gerçek cisme tam olarak benzemelidir.	()	()	()	()	()
11	Bir model ile ilgili her şey, modelin temsil ettiği olayı anlatabilmelidir.	()	()	()	()	()
12	Bir model, boyutu hariç, gerçek cisme tam olarak benzemelidir.	()	()	()	()	()
13	Bir model, doğru bilgi verecek ve cismin nasıl görüldüğünü gösterecek şekilde, gerçek cisme benzemelidir.	()	()	()	()	()
14	Bir model, gerçek cismin ne olduğunu ve nasıl görüldüğünü gösterir.	()	()	()	()	()
15	Modeller bir şeyin küçültülmüş halidir.	()	()	()	()	()
16	Modeller, bir şeyi fiziksel veya görsel olarak temsil etmekte kullanılır.	()	()	()	()	()
17	Modeller, bilimsel olayların zihninizde bir resmini oluşturmanıza yardımcı olur.	()	()	()	()	()
18	Modeller bilimsel olayı açıklamakta kullanılır.	()	()	()	()	()
19	Modeller bir fikri göstermekte kullanılır.	()	()	()	()	()
20	Bir model, bir diyagram, bir resim, bir harita, grafik veya bir fotoğraf olabilir	()	()	()	()	()
21	Modeller, bilimsel olaylar hakkındaki fikir ve teorilerin formüle edilmesine yardımcı olmak için kullanılır.	()	()	()	()	()
22	Modellerin bilimsel araştırmalarda nasıl kullanıldıklarını göstermek için yine modeller kullanılır.	()	()	()	()	()
23	Modeller, bir bilimsel olay hakkında tahminde bulunmak ve tahminleri test etmek için kullanılır.	()	()	()	()	()
24	Yeni teori veya olaylar farklı olguları doğruluyorsa bir model değişebilir.	()	()	()	()	()
25	Yeni buluşlar olursa bir model değişebilir.	()	()	()	()	()
26	Verilerde veya inançlarda değişiklik olursa bir model değişebilir.	()	()	()	()	()
27	Teori oluştururken modeller kullanılır.	()	()	()	()	()
28	Tablo, formül, kimyasal sembol ve şema birer semboldür.	()	()	()	()	()
29	Maket ve oyuncak birer modeldir.	()	()	()	()	()
30	Newton kanunları, Arşimet prensibi, Evrim teorisi ve Pisagor teoremi birer modeldir.	()	()	()	()	()

EK-B MATEMATİK TUTUM ÖLÇEĞİ

Her cümleyle ilgili görüş belirtirken önce cümleyi dikkatle okuyunuz, sonra cümlede belirtilen düşüncenin, sizin düşünce ve duygunuza ne derecede uygun olduğuna karar veriniz. Cümlede belirtilen düşünceye,

Hiç katılmıyorsanız, A seçeneğini,
Katılmıyorsanız, B seçeneğini,
Kararsız iseniz, C seçeneğini,
Kısmen katılıyorsanız, D seçeneğini,
Tamamen katılıyorsanız, E seçeneğini, işaretleyiniz.

	A	B	C	D	E
1	Matematik beni korkutmuyor.	()	()	()	()
2	Matematik sevdiğim dersler arasındadır.	()	()	()	()
3	Matematik çalışmayı isterim.	()	()	()	()
4	Matematiği hayatım boyunca birçok yerde kullanacağım.	()	()	()	()
5	Matematik çalışırken gergin olurum.	()	()	()	()
6	Yeni bir matematik problemiyle uğraşırken kendimi rahat hissedirim.	()	()	()	()
7	Matematiği anlamaya çalışmak zaman kaybıdır.	()	()	()	()
8	Matematik çalışmanın teşvik edici hiç bir yanı yok.	()	()	()	()
9	Matematik öğrenmek zahmete değer.	()	()	()	()
10	Matematik problemlerini çözmeye çalışmak bana çekici gelmiyor.	()	()	()	()
11	Matematik çalışırken sıra dışı bir soruyla karşılaşıncaya kadar uğraşırım.	()	()	()	()
12	Bu derste öğrendiklerimi günlük hayatta kullanacağımı sanmıyorum.	()	()	()	()
13	Bazı insanların matematikten nasıl bu kadar hoşlandıklarını anlamıyorum.	()	()	()	()
14	Meslek hayatımda matematiği kullanacağımı düşünmüyorum.	()	()	()	()
15	Zorunlu olmasam matematik derslerine girmezdim.	()	()	()	()
16	Matematik çalışmaya başlayınca bırakmak zor gelir.	()	()	()	()
17	Matematiği iyi bilmek çalışma olanaklarımı artıracaktır.	()	()	()	()
18	Matematik derslerinde iyi notlar alabilirim.	()	()	()	()
19	Matematik çalışırken kaygılı olmam.	()	()	()	()
20	Matematiksel düşünme yeteneğine sahip değilim.	()	()	()	()
21	Karşılaştığım problemleri matematik kullanarak çözmek hoşuma gider.	()	()	()	()
22	Matematiği anlayamayacağımı düşünüyorum.	()	()	()	()
23	Matematik bir bilim değil yalnızca bir araçtır.	()	()	()	()
24	Derste çözümü yarım kalan matematik sorularıyla uğraşmak bana zevk verir.	()	()	()	()
25	Matematik derslerinde başarılı olmak benim için önemlidir.	()	()	()	()
26	Matematik çalışmak gerektiğinde kendime güvenmem.	()	()	()	()
27	Matematik alanında iddialıyım.	()	()	()	()
28	Başkalarıyla matematik hakkında konuşmaktan hoşlanmam.	()	()	()	()
29	Matematik dersinden zevk alıyorum.	()	()	()	()
30	Matematiğin adını bile duymak beni huzursuz eder.	()	()	()	()
31	Bundan başka matematik dersi almak istemiyorum.	()	()	()	()
32	Diğer dersler bana matematikten daha önemli gelir.	()	()	()	()
33	Matematik kafamı karıştırır.	()	()	()	()
34	Matematik sıkıcıdır.	()	()	()	()
35	Matematik en korktuğum derslerden biridir.	()	()	()	()
36	Matematik çalışırken kendimi çok çaresiz hissediyorum.	()	()	()	()
37	Bu dersin mesleğime hiçbir katkısı yoktur.	()	()	()	()
38	Keşke diğer derslerde matematik kullanmam gerekmeseydi.	()	()	()	()

EK-C ISINMA PROBLEMLERİ

MATEMATİK ÖĞRETİMİ VE MODELLEME

Grup Adı:

Grup üyeleri:

1) 'Aşağıda iki iş önerisi vardır. Hangi işin daha uygun olduğunu matematiksel olarak modelleyiniz.

Öneri 1: X şirketinde, bir saatte 7.40 YTL kazanacaksınız. Bununla birlikte, çalışmak için kendinize 67 YTL ye bir üniforma almanız gerekiyor. Haftada toplam 20 saat çalışacaksınız.

Öneri 2: Y şirketinde, bir saatte 5.80 YTL kazanacaksınız. Çalışmak için özel bir üniforma almanıza gerek yoktur. Haftada toplam 20 saat çalışacaksınız.'

2) Semih çıkacağı tatil için bir araba kiralamak istiyor. A şirketindeki arabaların kiralama koşulları günlüğü 38 YTL ve her km için de 2.60 YTL ödeme yapılması şeklindedir. B şirketinin koşulları ise, günlüğü 26 YTL ve her km için de 3.20 YTL ödeme olması şeklindedir. Semih'in tatili üç gün sürecektir. Semih için en uygun araba kiralama modelini oluşturunuz.

3) Bir oyuncak şirketi askerler ve trenler olmak üzere iki tip tahta oyuncak üretiyor. 27 YTL ye satılan bir oyuncak asker için 10 YTL değerinde ham madde kullanılıyor. Üretilen her oyuncak asker, şirketin işçilik değişkenini arttırıp maliyete ilave olarak 14 YTL ekliyor. 21 YTL ye satılan bir oyuncak tren için 9 YTL değerinde ham madde kullanılıyor. Yapılan her oyuncak tren, şirketin işçilik değişkenini arttırıp, maliyete ilave olarak 10 YTL ekliyor. Tahta askerlerin ve trenlerin üretiminde marangozluk ve cilalama olmak üzere iki tip işçiliğe gereksinim duyuluyor. Bir askerın üretimi için 2 saat cilalama ve 1 saat marangozluk gerekmektedir. Bir trenin yapımında ise 1 saat cilalama ve 1 saat marangozluk gerekiyor. Şirket haftalık ihtiyacı olan ham maddeleri bulabildiği halde ancak 100 saat cilalama ve 80 saat marangozluk yapabiliyor. Trenler için talep sınırsız olduğu halde haftada en fazla 40 asker satılıyor. Şirketi haftalık karını (gelirler-giderler) maksimum yapmak için bir matematiksel model kurunuz.

4) Mustafa Bey, sağlıklı beslenme sonucu aldığı kilolarından kurtulmak istemektedir. Mustafa Bey, şu anda 150 kilogramdır. Diyetisyenin Mustafa Bey'e verdiği yemek listesi doğrultusunda aşağıdaki şekilde kilo vermesi beklenmektedir.

Gün	Toplam verdiği kilo
1.gün	1.5
2.gün	2
3.gün	2.5
...	...

Mustafa Bey, eğer bu diyetle devam ederse 30 gün sonunda kaç kilogram olur?

5) Üniversitenin iletişim fakültesinden mezun oldunuz ve bir televizyon kanalında program yapmanız teklif edildi. Programınızın çok izlenmesi durumunda, kanalda sürekli olarak çalışabilme şansını yakalayacaksınız. Bu nedenle ekranlarda en çok ne tip programların izlendiğini belirlemek istiyorsunuz. Bunu belirlemek için de, bir cihazı çeşitli televizyonlara takmanız ve bir ay sonra en çok izlenenleri belirlemeniz gerekmektedir. İzleyici grupları aşağıdaki şekildedir:

A. Geçim sıkıntısı çeken
B. Orta halli
C. Oldukça zengin

a. Sürekli evde oturan ve TV izleyen
b. Çoğu zaman evde oturan ve TV izleyen

i. Aynı çevrede oturan
ii. Yakın çevrede oturan
iii. Farklı çevrede oturan

1. TV izlerken yemek yiyen
2. TV izlerken yemek yemeyen
3. TV izlerken bazen yemek yiyen

Sağlıklı bir karara varmak için gruplardan hangilerine elinizdeki cihazları takardınız?

5) Pazarlamacı Ahmet Bey, işi gereği sıklıkla şehirlerarası yolculuk yapmakta ve haftada 1000 litrelik yakıt kullanmaktadır. Ahmet 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 Ahmet Bey için iyi bir seçim yapılmış olur? Açıkça ifade ediniz.

6)

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

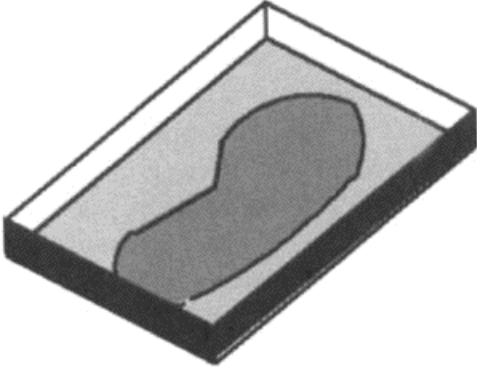
PEUGEOT	
Motor Hacmi (cc)	1587
Son Hız (km/s)	190
0-100 km/s Hızlanma (sn)	10.7
Şehir içinde (litre)	9.5
Şehir dışı (litre)	5
Bagaj hacmi (litre)	420

OPEL	
Motor Hacmi (cc)	1199
Son Hız (km/s)	180
0-100 km/s Hızlanma (sn)	14.0
Şehir içinde (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 içinde (litre)	6.5
Şehir dışı (litre)	4.1
Bagaj hacmi (litre)	330

7) Bir beyaz eşya firması ürünlerini orta gelirli ailelere tanıtmak için televizyon reklamlarına girişimde bulunuyor ve iki tip program içinde 1 dakikalık kısa reklamlar satın almayı düşünüyor. Komedi programları ve futbol maçları. Televizyondaki her komedi programı 400 bin orta gelirli kadın ve 200 bin orta gelirli erkek tarafından izleniyor. Televizyondaki her futbol programı ise, 200 bin orta gelirli kadın ve 600 bin orta gelirli erkek tarafından izleniyor. Bir komedi programı içinde yayınlanacak bir dakikalık reklam için 5000 YTL, futbol programı içinde yayınlanacak 1 dakikalık reklam için ise 10 000 YTL lik bir maliyet gerekiyor. Firma, reklamların en az 2 milyon orta gelirli kadın ve 4 milyon orta gelirli erkek tarafından görülmesini istiyor. Firmanın bu amaç doğrultusunda reklam giderlerini nasıl minimum maliyette tutacağına dair bir matematiksel modelleme geliştiriniz.

EK-D AYAK İZİ PROBLEMİ



Bu sabah erken saatlerde polis, bazı insanların, komşu çocukların oyun oynamayı sevdiği parktaki fıskiye'nin eski tuğlalarını dün gece geç saatlerde yeniden yaptığını fark etti. Belediye başkanı, bunu yapan kişilere teşekkür etmek istedi. Fakat bunu kimin yaptığını hiç kimse görmemişti. Polisin olaya ait tüm bulabildiği ayak iziydi. Ayak izinin biri, şekilde gösterilmektedir. Bu ayak izine sahip olan kişi, çok iri biri gibi görünüyordu. Fakat bu kişiyi ve onun arkadaşlarını bulmak için, bu kişinin ne kadar iri olduğunu hesaplayabilmek gerekmektedir.

Sizin yapmanız gereken, sadece ayak izlerine bakarak insanların ne kadar iri olduğu hakkında iyi tahminler oluşturmak için kullanabileceği 'HOW TO' TOOL KIT (veri kaynakları) oluşturmaktır. Elde ettiğiniz veriler, burada gösterilene benzer ayak izleri için işe yarar olmalıdır. Fakat aynı zamanda başkalarının ayak izleri için de işe yaramalıdır.

EK- E VOLEYBOL PROBLEMİ

Bilgi: Voleybol yaz kampı organizatörleri, kampın turnuvasında daha çok yarışma yapmak istiyorlar. Böylece, onlar kampçılarını adil bir biçimde takımlara bölmeye ihtiyaç duyuyorlar. Organizatörler deneyimlerinden yola çıkarak ve koçlardan, oyuncuların bazısı hakkında bilgi derlediler. Bu bilgi, voleybol oynayacak eşit yeteneklerdeki 3 takımla birlikte kullanılmalıdır.

Problem: Kamp organizatörleri, üç eşit takıma bölmek için sizin yardımınıza ihtiyaç duymaktadırlar. Bu üç eşit takımı nasıl oluşturduğunuzu onlara açıklayacak bir mektup yazmanıza da ihtiyaçları vardır. Çok sayıdaki oyuncuyu eşit takımlara bölüştürmeye ihtiyaç duyduklarında, bir sonraki kamp için sizin yönteminizi kullanacaklardır. Böylece takımları oluşturmak için izlediğiniz yöntemin, çok sayıdaki oyuncu için işe yarayacağından emin olmanız da gerekmektedir.

KOÇUN(ANTRENÖRÜN) YORUMLARI

Gözde: Gözde topa ulaşmada yavaş kalıyor.

Betül: Betül, ayakları üzerinde çok çabuk hareket ediyor.

Jale: Jale'nin boyu, herhangi bir takım için avantaj olma özelliğini sağlayabilir.

Esra: Esra, çok iyi sıçrar, fakat bu özelliğini kullanacağı zamanı bilmesi gerekiyor.

Selin: Selin, başarılı olmayan takımlardan gelmiştir.

Meltem: Meltem, servisten sonra topu almada çok fazla çabukluğa sahiptir.

Ceren: Ceren, takımı çok iyi oynadığı zaman en iyi oynayan oyuncudur.

Canan: Ailesinin yaşamı, onun çok iyi oyun oynama yeteneğini olumsuz bir şekilde etkilemiştir.

Özgen: Özgen, yaşına göre son derece güçlüdür.

Nalan: Nalan, pek çok şeyi iyi yapar, özellikle çok iyi servis kullanır.

Yasemin: Yasemin, çok büyük blok oyuncusudur.

Pınar: Pınar, lisede sahip olduğumuz çok sıkı oyuncudur.

Ezgi: Ezgi, hangi müsabakada olursa olsun kazanmanın yolunu bir şekilde buluyor gibi görüldüğü için, diğerlerinin de beraber oynamak istediği bir oyuncudur.

Lale: Lale, kendi attığı servisini her zaman karşı tarafa ulaştıramaz.

Funda: Funda, şimdiye kadar gördüğümüz en etkili oyunculardan biridir.

Merve: Merve'nin babası mahallelerindeki bir okulda antrenörlük yapmaktadır.

Elvan: Elvan'ın kız kardeşi, Ege Üniversitesi'nin takımında çok iyi bir voleybol oyuncusudur.

Melis: Melis, çok iyi koçluk yapabilir, çok iyi bir oyun yönlendirebilir.

DENEMELERDEN ELDE EDİLEN VERİLER

İsim	Oyuncunun boyu	cm cinsinden oyuncunun dikey sıçraması	40 metreyi kaç sn de koştuğu	Servis sonuçları (Atılan 10 servisten başarılı olarak kullanılan servislerin sayısı)	Smaç Sonuçları (5 girişimin neticeleri)
Gözde	185	51	6.21	8	KP - KMP - ÖT - TFK - K
Betül	158	63	5.98	7	ÖT - K - ÇD - KP - ÖT
Jale	177	61	6.44	8	ÇD - K - K - ÖT - TFK
Esra	177	69	6.01	9	ÖT - ÖT - KMP - ÖT - K
Selin	167	63	6.95	10	ÇD - TFK - K - K - KP
Meltem	172	43	7.12	6	ÖT - KMP - ÖT - K - ÖT
Ceren	160	53	6.34	5	ÇD - ÖT - TFK - TFK - KP
Canan	165	58	7.34	8	TFK - ÖT - ÖT - ÖT - KP
Özgen	165	61	6.32	9	TFK - ÇD - TFK - ÇD - K
Nalan	170	48	8.18	10	KMP - ÖT - ÖT - ÇD - K
Yasemin	175	58	6.75	7	KP - ÖT - K - ÇD - ÖT
Pınar	172	38	5.87	8	ÖT - ÖT - ÖT - KMP - TFK
Ezgi	162	53	6.72	8	ÖT - K - ÇD - TFK - KP
Lale	170	48	6.88	9	ÇD - TFK - TFK - ÖT - K
Funda	155	61	6.27	6	KMP - KP - KP - ÖT - ÇD
Merve	177	58	6.54	8	ÇD - ÖT - ÇD - ÇD - KP
Elvan	160	66	7.01	9	KMP - TFK - ÖT - ÖT - ÖT
Melis	175	46	6.78	10	TFK - ÇD - ÖT - KP - ÖT

Smaç sonuçları için anahtar:

Ölü Top: Diğer takım topu karşılayamaz. (ÖT)

Çizgi Dışı: Smaçörün sıçrayışı sonucunda ayağı diğer takımın sahasına geçtiği için, diğer takım servisi alır. (ÇD)

Topu Karşılama: Diğer takım smaçı karşıladı. (K)

Karşılanamayan Plase: Smaçör, smaç vuracak gibi yapıyor ve sadece file üzerinde yükselip topa hafifçe vuruyor. Diğer takım, plaseyi karşılamada başarısızlığa uğruyor. (KMP)

Karşılanan Plase: Smaçör, smaç vuracak gibi yapıyor ve sadece file üzerinde yükselip topa hafifçe vuruyor. Diğer takım plaseyi karşılıyor. (KP)

Topun Filede Kalması: Smaçör, file üzerindeki topa smaç vurmada başarısızlığa uğrar. (TFK)

EK-F Modelleme Performansını Ölçmeye Yönelik Puanlama Anahtarı

Basitleştirme:

Öğrenci,

Düzyey 1: Öğrenci, gerçek yaşam problemini anladığına dair bir işaret göstermemektedir ve durumun basitleştirilmiş versiyonunu anladığına dair bir görüş oluşturmada başarısız olmuştur.

Düzyey 2: Bir yada birden fazla temel bileşenin etkisini dikkate almada başarısız olmasına rağmen, az da olsa gerçek dünya problemini anlama emaresi göstermektedir.

Düzyey 3: Gerçek dünya problemini anladığını göstermekte ve problemle ilgili bütün temel bileşenleri doğru bir şekilde ele alabilmektedir.

Düzyey 4: Problem durumunun derinlemesine ve kapsamlı bir şekilde anladığını gösteren özelliklerin tümüne göndermede bulunabilmektedir.

Matematikselleştirme:

Düzyey 1: Problemin basitleştirilmiş matematiksel temsilini oluşturmada başarısızdır.

Düzyey 2: Problemin basitleştirilmiş matematiksel temsilini oluşturabilmekte, fakat bu temsil ele alınan problemin daha iyi anladığı sonucuna götürmemektedir.

Düzyey 3: Ele alınan problemi daha iyi anlama sonucuna götürecektir daha basit bir matematiksel temsilini oluşturmuştur.

Düzyey 4: Ele alınan problemin anahtar bileşenleri arasındaki ilişkileri kapsamlı bir şekilde anlama sonucuna götürecektir olan bir matematiksel temsil oluşturmuştur.

Transformasyon (Dönüştürme):

Düzyey 1: Modeli doğru bir şekilde kullanmada ve problemin matematikselleştirilmiş versiyonunu (formunu) çözmede başarısız olmuştur.

Düzyey 2: Problemin matematiksel formu için bir çözüm geliştirmede (keşfetmede) başarısız olmasına rağmen, seçtiği modelle matematiksel olarak geçerli bir şekilde işlemler yapabilmektedir.

Düzyey 3: Matematiksel olarak geçerli bir şekilde modelle işlemler yapabilmekte ve problemin matematiksel formu için bir çözüm ortaya koyabilmektedir.

Düzeş 4: Problemin matematiksel formunu çözmek için bir model kullanabilmekte ve çöşümü genişletmekte ve genelleyebilmektedir.

Yorumlama:

Düzeş 1: Problemin basitleştirilmiş formu dikkate alındığında model yardımıyla ortaya konan çöşümü yorumlamada başarısız olmaktadır.

Düzeş 2: Yorumu (bir şekilde) yanlış olmasına rağmen problemin basitleştirilmiş formu dikkate alındığında model yardımıyla ortaya konan çöşümü yorumlama çabası içindedir.

Düzeş 3: Problemin basitleştirilmiş formu dikkate alındığında çöşümü yorumlayabilmektedir.

Düzeş 4: Problemin basitleştirilmiş formu dikkate alındığında model yardımıyla ortaya konan çöşümü yorumlayabilmekte, çöşümün niçin anlamlı olduğunu açıklayabilecek bir gerekçe sunabilmekte ve olası farklı çöşüm yollarını bulma gayreti içindedir.

Geçerlilik:

Düzeş 1: Problemin basitleştirilmiş formu için ortaya koyduğu çöşümün aynı zamanda ilk problem durumu için de çöşüm olduğunu gerekçelendirmedi başarısız olmaktadır.

Düzeş 2: Doğru olmayan bir çıkarımda bulunmamasına ve incelenen problemle basitleştirilmiş formu arasındaki bağlantıyı açıkça kurmamasına rağmen, problemin basitleştirilmiş hali için gerekçeli bir çöşüm geliştirme çabası göstermektedir.

Düzeş 3: Problemin basitleştirilmiş formu için ortaya koyduğu çöşümün aynı zamanda ele alınan problemin de çöşümü olduğunu gösterebilmektedir.

Düzeş 4: Problemin basitleştirilmiş formu için gerekçeli bir çöşüm sunabilmekte, ele alınan problemle kazanılan bir iç kavrayış üzerinde tefekkür edebilmekte (yansıtabilmekte), araştırmayla ortaya konan ek sorularla ilgili genişletmeler sunabilmektedir.

Yukarıda belirtilen tanımlanmış düzeyleri bir spektrum olarak var sayıp öğrencilerinizin performanslarını belirtilen alanlarda puanlayınız.

GERÇEK YAŞAM PROBLEM DURUMUNU BASİTLEŞTİRME

1..... 2..... 3..... 4.....

PROBLEMİN BASİTLEŞTİRİLMİŞ FORMUNU MATEMATİKSELLEŞTİRME

1..... 2..... 3..... 4.....

PROBLEMİN MATEMATİKSELLEŞTİRİLMİŞ FORMU İÇİN GELİŞTİRİLEN ÇÖZÜM İÇİN TRANSFORMASYON(DÖNÜŞÜM) KULLANMA

1..... 2..... 3..... 4.....

PROBLEMİN BASİTLEŞTİRİLMİŞ FORMU DİKKATE ALINDIĞINDA PROBLEMİN MATEMATİKSELLEŞTİRİLMİŞ HALİ İÇİN GELİŞTİRİLMİŞ ÇÖZÜMÜ YORUMLAYABİLME

1..... 2..... 3..... 4.....

ÇÖZÜMÜN İLK PROBLEM DURUMU İÇİN ÇÖZÜM OLDUĞUNU GEREKÇELENDİRME

1..... 2..... 3..... 4.....

EK-G GÖRÜŞME FORMU

Açıklama: Değerli öğretmen adayı, bu görüşme formunun amacı matematik eğitiminde model ve matematiksel modellemeyle ilgili görüşleri almaktır. Elde edilen bilgiler, sadece bilimsel amaçlı kullanılacak, kişisel hiçbir bilginiz açıklanmayacaktır. Tüm bilimsel etik kurallarına uyulacaktır.

Katkılarınız için teşekkür ederim.

Eda KORKMAZ
Doktora Öğrencisi

- 1) Model kelimesi deyince ne anlıyorsunuz? Model için verilebilecek örnekler neler olabilir?
- 2) Model kullanılmasının sebepleri neler olabilir?
- 3) Matematiksel modelleme kelimesi sizin için ne ifade etmektedir?
- 4) Matematiksel modelleme için gereken yeterlikler var mıdır? Varsa nelerdir?
- 5) Matematiksel modellemeyi oluştururken birtakım aşamalar izlediniz mi? İzlediyseniz bu nasıl bir yöntemdi?
- 6) Etkinliklerdeki problemleri çözerken güçlüklerle karşılaştınız mı? Karşılaştıysanız bu zorluklar nelerdir?
- 7) Etkinliklere başladığınızdaki, etkinlikler sırasındaki ve sonrasında kendinizi nasıl değerlendiriyorsunuz? Bu süreçte edindiğiniz kazanımlar nelerdir? Kendinizde gözlemlediğiniz değişim ve gelişimler nelerdir?
- 8) Modelleme süreci, ilköğretim ve orta öğretimdeki okullarda uygulanabilir mi? Ders kitaplarında modellemeyle ilgili etkinliklerle karşılaştınız mı?
- 9) Modelleme etkinliklerini uygun buluyor musunuz? Ne tür etkinlikler uygulanmak için uygundur?
- 10) Siz olsaydınız modellemeyle ilgili nasıl bir etkinlik tasarlardınız?
- 11) Grup çalışması modelleme süreci için uygun mudur? Uygunsa hangi özellikleri açısından uygundur?
- 12) Modelleme sürecinde grup çalışmasının başarılı olmasının/olmamasının sebepleri nelerdir? Grup çalışması sırasında sorun olarak neler oluştu? (görev paylaşımı mı, fikir aykırılıkları mı, yoksa oluşturulan model mi?)

8. KAYNAKÇA:

[1] İlköğretim Okulu Matematik Programı 6-7-8, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, (2000).

[2] Bulut, M., "Curriculum reform in Turkey:A case of primary school mathematics curriculum", Eurasia Journal of Mathematics, Science &Tecnology Education, 3 (3), 2007, 203-212

[3] Lesh, R., Doerr, H., "In what ways does a models and modeling perspective move beyond constructivism", In R.Lesh&H.Doerr (Eds.) Beyond Constructivism, Models and Modeling Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning and Teaching, (2003a), (p.p 519-556) Mahwah, NJ:Lawrance Erlbaum.

[4] Van Driel, H. J. ve Verloop, N., "Teachers' Knowlwedge of Models and Modelling in Science", International Journal of Science Education, vol. 21, no.11, (1999), p.1141-1153

[5] Hestenes, D., "Toward a Modeling Theory of Physics Instruction" Am. J. Phys., 55, (1987), p.440-454

[6] Brunswick, N. J., "The Role of Models in Physics Instruction", The Physics Teacher, p.15-19.

[7] Harrison, G. A. ve Tregaust, F. D., "A Typology of Science Models", International Journal of Science Education, Vol. 22, no. 9, (2000), 1011-1026

[8] Lesh, R. A., Doerr, H. M., Carmona, G., Hjalmarson, M., Beyond Constructivism. "Mathematical Thinking and Learning" : An International Journal, 5, (2003), 211-234.

[9] Lesh, R., Doerr, H., "Foundation of a Models and Modeling Perspective on Mathematics Teaching", Learning, and Problem solving. In R. Lesh & Doerr(Eds.) Beyond Constructivism, models and modeling Perspectives on mathematics Problem Solving, Learning and Teaching, (2003b), (p.p 3-34). Mahwah, NJ:Lawrance Erlbaum.

[10] Doerr, H. M., Tripp, J. S., "Understanding how Students Develop Mathematical Models", Mathematical Thinking and Learning, 1, (1999), 231-254.

[11] Lesh, R., Lehrer, R., "Models and Modelling Perspectives on the Development of Students and Teachers", Mathematical Thinking and Learning , (2003), 109-130.

[12] Güneş, B., Gülçiçek, Ç., Bağcı N., "Eğitim Fakültelerindeki Fen ve Matematik Öğretim Elemanlarının Model ve Modelleme Hakkındaki Görüşlerinin Belirlenmesi", Türk Fen Eğitimi Dergisi, Sayı 1, (2004), Temmuz

[13] English L. D., "Mathematical Modeling in the Primary School: Children's Construction of a Consumer Guide", Educational Studies in Mathematics, Vol 63, (2006),303- 323.

[14] Lesh, R., Doerr, H. M., "A models & Modeling Perspective on Mathematics Problem Solving", Beyond Constructivism, Learning,& Teaching. Hillsdale, (2003), NJ:Erlbaum.

[15] Zbiek, R. M.ve Conner, A., "Beyond Motivation: Exploring, Mathematical Modeling as a Context for Deepening Students Understandings of Curricular Mathematics", Educational Studies in Mathematics, 63, (2006), 89-112

[16] Durmuş, S., Kocakulah, M. S., Fen ve Teknoloji Öğretimi, Pegem A Yayıncılık, Ankara, (2006).

[17] Dossey, J. A., McCrone, S., Giordano, F. R., & Weir, M. D., "Doing mathematics: Living the standards. Mathematics Methods and Modeling for Today's

Mathematics Classroom", A contemporary approach to teaching grades 7-12, (2002), (pp. 65-122). Brooks Cole.

[18] Greer, B., "Modeling Reality in Mathematics Classrooms: The case of Word Problems", *Learning&Instruction*, 7, (1997), 293-307

[19] Gravemeijer, K., "How Emergent Models may Foster the Constitution of Formal Mathematics", *Mathematical Thinking and Learning*, 2, (1999), 155-177

[20] Freudenthal, H., *Mathematics as an Educational Task*, (1973), Dordrecht: Riedel.

[21] Hodgson, T., "Secondary Mathematics Modeling: Issues and Challenging", *School Science and Mathematics*, 95 (7), (1995), 351-358.

[22] Blum W., and Niss M., "Mathematical Problem Solving, Modeling, Applications, and Links to otherSubjects State, Trends and Issues in Mathematics Education" in Blum W, Niss M &Huntley ID (Eds), *Modelling Applications and Applied Problem Solving Teaching Mathematics in real context*, (1989), Ellis Horwood, Chichester.

[23] Doerr, H., English, L. D., "A Modelling Perspective on Students' Learning through Data Analysis", In M. Van den Heuvel –Panhuizen (Ed.), *Proceedings of the 25th conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, (2001), (p. 361-368)

[24] Lesh, R., Zawojewski, J., Carmona, L., "What Mathematical abilities are needed for success beyond school in a technology-based age of information?", In R. Lesh, & H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching*, (2003), (pp. 205-221). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- [25] English, L. D., Watters, J., "Mathematical Modeling with 9-year old", In H. L. Chick, & J.L. Vincent (Eds). Proc. 29th Conf. Of the Int. Group for the Psychology of Mathematics Education. Volume 2., (2005), p.297-304
- [26] Lesh, R., Zawojewski, J., Problem Solving. In T. Post (Ed.). Teaching Mathematics in grades K-8: Research-based methods, (1987), Boston: Allyn&Bacon.
- [27] Çetinkaya, B., Şen, A., Baş, S., "Integrating Mathematical Modeling and Technology in Teaching and Learning Mathematics", 8th International Educational Technology Conference, Anadolu University, I.E.T.C., (2008).
- [28] Lesh, R., Lester, F. K., Hjalmarson, M., "A Models and Modeling Perspective on Metacognitive Functioning in Everyday Situations Where Problem Solvers Develop Mathematical Constructs", Beyond Constructivism, (2003), p.383-405.
- [29] Blum, W., Kaiser G., Vergleichende empirische Untersuchungen zu mathematischen Anwendungsfähigkeiten von englischen und deutschen Lernenden. Unpublished application to Deutsche Forschungsgesellschaft., (1997).
- [30] Cohen, L., Manion, L. ve Morrison, K., A Guide to Teaching Practice., (1996), London: Routledge.
- [31] Duit, R. ve Glynn, S., Mental Modelling. In G. Welford, J. Osborne ve P. Scott (Eds.), Research in Science Education in Europe: Current Issues and Themes, London: The Falmer Pres, (1996)
- [32] Solomon, J. , Constructivism and Quality in Science Education. In P. Murphy, M. Selinger, J. Bourne ve M. Briggs (Eds.), Subject Learning in the Primary Curriculum: Issues in English, Science and Mathematics. London: Routledge, (1995)
- [33] Driver, R., Leach, J., Millar, R. ve Scott, P., Young People's Images of Science. Buckingham: Open University Pres, (1996).

- [34] Kocakulah, M. S., A Study of the Development of Turkish First Year University Students' Understanding of Electromagnetism and the Implications for Instruction, Ed. D Thesis, University of Leeds, School of Education, England., (1999).
- [35] Zawojewski, J. S., Lesh, R., English, L. D., "A models and modeling perspective on the small group learning", In R.Lesh & H. M. Doerr. (Eds.), Beyond Constructivism: Models and Modeling Perspectives on mathematics Problem Solving, learning, and teaching, (2003), (p.337-358).Lawrence Earlbaum Associates.
- [36] Shternberg, B. ve Yerushalmy, M., Models of Functions and Models of Situations: On the design of Modeling-Based Learning Environments, (2003).
- [37] Scott, P. H., "Pathways in Learning Science: A Case Study of the Development of One Student's Ideas Relating to the Structure of Matter", In R. Duit, F. Goldberg ve H. Niedderer (Eds.), Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studie, (1992), (s. 203-224). Kiel, Germany: Institute for Science Education.
- [38] English, L., Watters, J., "Mathematical Modeling in the Early School Years", Mathematics Education Research Journal, Vol. 16, No.3, (2004), 59-80.
- [39] National Council of Teachers of Mathematics, Principles and Standards for school Mathematics. Reston, VA: Author, (2000).
- [40] English, L. D., "Reconciling Theory, Research and Practice: A models and modeling perspective", Educational Studies in Mathematics , 54, (2003), p.225-248.
- [41] Kelly, A. E., Lesh, R. A., Handbook of Research design in Mathematics and Science Education. Mahwah, N.J. : Lawrence Erlbaum, (2000).
- [42] Doerr, H. M., English, L. D., "A Modeling Perspective on Students' Mathematical Reasoning about Data", Journal of research in Mathematics Education. 34 (2), (2003), 110-136.

- [43] Freudenthal, H., *Mathematics as an Educational Task*. Dordrecht: Riedel, (1973).
- [44] Gravemeijer, K. Cobb, P., Bowers, J., Whitenack J., "Symbolizing and Communicating in mathematics classrooms", *Symbolizing, modeling and instructional design*. In P. Cobb, E.Yackel, K. McClain (Eds.), (2000), (p.225-274). Mahwah, NJ. : Lawrence Erlbaum Associates.
- [45] Oğuz, A., "Developing Students' Understanding and Thinking Process by Model Construction", *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 32 (2007), 198-209.
- [46] Buckley, B. C., "Interactive Multimedia and Model Based Learning in Biology", *International Journal of Science Education* 22 (9), (2000), 895-935.
- [47] English L. D., "Mathematical Modeling in the Primary School: Children's Construction of a Consumer Guide", *Educational Studies in Mathematics*, Vol 63, (2006), 303- 323.
- [48] English, L. D., "Development of 10-year-olds' Mathematical Modelling", *Proceedings of the Annual Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* 26th, (2002).
- [49] Verschaffel, L., De Corte, E., and Borghart, I., "Pre-service Teachers' Conceptions and Beliefs About the Role of Real-World Knowledge in Mathematical Modeling of School Word Problems", *Learning and Instruction*, Vol 7, No 4, (1997), 339-359.
- [50] Greer, B., "The Mathematical Modeling Perspective on Wor(l)d Problems", *Journal of Mathematical Behavior*, 12, (1993), 239-250.
- [51] Reusser, K., "The Suspension of Reality and Sense-making in the Culture of School Mathematics: The Case of Word Problems", *Sixth Conference of the*

European Association for Research on Learning and Instruction, The Netherlands, (1995).

[52] Verschaffel, L., De Corte, E., Lasure, S., "Realistic Considerations in Mathematical Modelling of School Arithmetic Word Problems", *Learning and Instruction*, 4, (1994), 273-294.

[53] Boaler, J., "Mathematical Modelling and New Theories of Learning", *Teaching Mathematics and Its Applications* Volume 22, No. 3, (2001).

[54] Fasetti, M. C., Rodriguez, M. A., "A proposal for Improving Students' Mathematical Attitude based on Mathematical Modelling", *Teaching and Mathematics and Its Applications*, Volume 24, No.1, (2005).

[55] Ungefjård, T., Holmquist, M., "To assess students' attitudes, skills and competencies in mathematical modelling", *Teaching Mathematics and Its Applicational*, Volume 24, No 2-3, (2005), p.123-132.

[56] Stillman, G., "The Impact of School-based assessment on the implementation of a modelling / applications-based curriculum: an Australian example", *Teaching Mathematics and its Applications* Volume 20, No:3 , (2001), p.101-107.

[57] McCartney, M., Carey, M., "Modelling Traffic Flow : Solving and Interpreting Differential Equations", *Teaching Mathematics and Its Applications* Volume 18, No 3, (1999).

[58] Galbraith, P., "Modeling Comparative Performance: Some Olympic Examples", *Teaching Mathematics and Its Applications* Volume 15, No.2, (1996), p. 67-77.

[59] Haines, C., R., Crouch, R., M., Davis, J., "Mathematical Modelling Skills: A Research Instrument", University of Hertfordshire. Department of Mathematics Technical Report No. 55, (2000), Hatfield.

- [60] Haines, C., Crouch, R., "Recognizing constructs within Mathematical Modelling", Teaching Mathematics and Its Applications Volume 20, No.3, (2001) p.129-138.
- [61] Gick, M. L., Holyoak, K., J., "Schema Induction and Analogical Transfer", Cognitive Psychology, 15, 81983), 1-38.
- [62] Graham, T., "The Ways in which Different Students Respond to the Some Mathematical Modelling Problem", Teaching Mathematics and Its Applications Volume 16, No. 1, (1997), p.19-22.
- [63] Patton, M. Q. Qualitative Evaluation and Research Methods. (2nd Edition), London, UK: Sage Publications, (1990).
- [64] Tregaust, F. D., "Students' Understanding of the Role of Scientific Models in Learning Science", International Journal of Science Education, Vol. 24, No.4, (2002). 357-368.
- [65] Duatepe, A., Çilesiz, Ş., "Matematik Tutum Ölçeği Geliştirilmesi", Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 16-17, (1999), 45-52.
- [66] Özalp, N., Fen, Mühendislik ve Sosyal Bilimlerde Matematiksel Modelleme, Gazi Kitabevi, (2006).
- [67] Yıldırım, A., Şimşek H., Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri, 5.Baskı, Seçkin Yayınevi, Ankara, (2005).
- [68] Charles, M. C., Mertler, C.A. Introduction to educational research (4th ed.) Boston, MA; Allyn & Bacon, (2002).
- [69] Yenilmez, K., Özabacı, N., "Yatılı Öğretmen Okulu Öğrencilerinin Matematik ile ilgili Tutumları ve Matematik Kaygı Düzeyleri Arasındaki İlişki Üzerine bir Araştırma", Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, Sayı 14, (2003).