

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

**MODELLEME ETKİNLİKLERİNİN ÖĞRENCİLERİN DUYUŞSAL  
ÖZELLİKLERİNE PROBLEM ÇÖZME VE TEKNOLOJİYE İLİŞKİN  
DÜŞÜNCELERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Mehmet Ali KANDEMİR**

**Balıkesir, Ağustos-2011**

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

**MODELLEME ETKİNLİKLERİNİN ÖĞRENCİLERİN DUYUŞSAL  
ÖZELLİKLERİNE PROBLEM ÇÖZME VE TEKNOLOJİYE İLİŞKİN  
DÜŞÜNCELERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Mehmet Ali KANDEMİR**

**Balıkesir, Ağustos-2011**

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

MODELLEME ETKİNLİKLERİNİN ÖĞRENCİLERİN DUYUSAL  
ÖZELLİKLERİNE PROBLEM ÇÖZME VE TEKNOLOJYE İLİŞKİN  
DÜŞÜNCELERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

Mehmet Ali KANDEMİR

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hülya GÜR

- Sınav Tarihi: 19.08.2011

Jüri Üyeleri: Doç. Dr. Hülya GÜR (BAÜ-Danışman)  
Prof. Dr. Sinan Olkun (AÜ)  
Doç.Dr.M.Sabri KOCAKÜLAH (BAÜ)  
Doç. Dr. Melek ÇAKMAK (GÜ)  
Yrd.Doç.Dr. Gözde AKYÜZ (BAÜ)

Enstitü Yönetim Kurulunun ..... tarih ..... sayılı oturumunun .....  
nolu kararı ile ..... Mezun olmuştur.

Balıkesir, Ağustos-2011

## ÖZET

### MODELLEME ETKİNLİKLERİNİN ÖĞRENCİLERİN DUYUŞSAL ÖZELLİKLERİNE PROBLEM ÇÖZME VE TEKNOLOJİYE İLİŞKİN DÜŞÜNCELERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

**Mehmet Ali Kandemir**  
**Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,**  
**Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı, Matematik Eğitimi**

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

**Balıkesir, 2011**

Bu araştırmada matematiksel modelleme etkinliklerinin ortaöğretim 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin duyuşsal özelliklerine, problem çözme becerilerine ve matematik eğitiminde teknolojinin kullanımına ilişkin düşüncelerine etkisi araştırılmıştır. Araştırma Balıkesir ilindeki bir fen lisesinde deney grubunda 37, kontrol grubunda 37 olmak üzere toplam 74 öğrenciyle yürütülmüştür. Araştırmada karma araştırma deseninden yararlanılmıştır. Ön test-son test kontrol gruplu deneme modeli ile nitel veri birleşiminden oluşan araştırma deseni kullanılmıştır. Araştırmada nicel veriler matematik tutum ölçeği, matematik inanç ölçeği, matematik kaygısını değerlendirme ölçeği, bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum ölçeği, problem çözmeye hesap makinesinin kullanımı ölçeği ile toplanmıştır. Nitel veri toplama araçları olarak ön anket ve ısınma problemleri, son anket, video kayıtları, öğrencilerin çalışma yaprakları, öğrenci günlüklerinden yararlanılmıştır. Araştırmada sekiz matematiksel modelleme etkinliği uygulanmıştır. Çalışmadan elde edilen nitel veriler yerleşik teori yöntemiyle, nicel veriler ise SPSS 16.0 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Öğrencilerin modelleme yeterlikleri puanlama anahtarıyla değerlendirilmiştir.

Araştırmanın sonunda öğrencilerin matematiğe karşı tutumlarında, matematik kaygılarında, matematiksel inançlarında, bilgisayar ve bilgisayar kullanımına karşı tutumlarında uygulama öncesi ve sonrasında anlamlı bir farklılık gözlenmezken problem çözmeye hesap makinesinin kullanımına yönelik düşüncelerinde anlamlı farklılık gözlenmiştir. Anlamlı farklılık deney grubu lehinedir. Öğrenciler ilk kez matematiksel modelleme problemi çözdüklerini belirtmişler, matematiksel modelleme problemlerini açık uçlu, meydan okuyucu gerçek yaşam problemleri olarak algılamışlardır. Matematiksel modelleme etkinliklerine yönelik olumlu tutum göstermişler, matematik eğitiminde matematiksel modelleme etkinliklerinin olması gerektiği görüşünü benimsemişlerdir. Hesap makinelerini ve bilgisayarları matematiksel modelleme sürecinde bilişsel kolaylaştırıcılar olarak görmüşlerdir. Matematiksel modelleme etkinlikleri öğrencilerin problem çözme ve yaratıcı problem çözme becerilerini geliştirmiştir.

**ANAHTAR SÖZCÜKLER** : Matematiksel modelleme/ model/ duyuşsal özellikler / problem çözme/ teknoloji.

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF THE EFFECT OF MODELLING ACTIVITIES ON STUDENTS' AFFECTIVE FEATURES AND THOUGHTS ON PROBLEM SOLVING AND TECHNOLOGY**

**Mehmet Ali KANDEMİR**  
**Balıkesir University, Institute of Science,**  
**Department of Secondary Science and Mathematics Education, Mathematics**  
**Education**

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

**Balıkesir, 2011**

The aim of this research is to investigate the effect of model eliciting activities on students' affective features, problem solving skills and their opinion related to using technology in mathematics education. The research conducted with 37 students in experimental group and 37 students in control groups, totally 74, at a science high school in Balıkesir. Mixed research design method was used in this research. Mixed research design consisted pretest-posttest control group design and qualitative data. Quantitative data was collected with mathematics attitude scale, mathematical belief scale, mathematics anxiety rating scale, computer and computer usage scale, and usage calculators in problem solving scale. Qualitative data collecting instruments were pre-questionnaire and post-questionnaire, video recordings, students' worksheets, students' dairies. Eight mathematical modeling activities were applied in the research. Qualitative data was analyzed grounded theory method and quantitative data was analyzed by using SPSS 16.0 package program. The modelling competencies of students were evaluated with the help of rubric.

As a result of analyse conducted in the light of data obtained in the, statistically significant differences were not observed at the mathematics attitude scale, mathematical belief scale, mathematic anxiety rating scale, and computer and computer usage scale. A statistically significant difference was observed at the usu of calculators in problem solving scale. Students expressed that they solved modelling problems first time in this study. They percieved modeling problems as open-ended, challenging, and real-life problems. They had positive attitude towards modelling problems. According to their opinions, modeling problems were necessary in mathematics education. They considered calculators and computers as cognitive faciltators. Mathematical modeling activities developed students' problem solving and creative problem solving skills.

**KEY WORDS:** Mathematical modelling / model / affective features/ problem solving/ technology

## İÇİNDEKİLER

|   | <b><u>Sayfa</u></b> |
|---|---------------------|
| ÖZET  | ii                  |
| ABSTRACT  | iii                 |
| İÇİNDEKİLER   | iv                  |
| ŞEKİL LİSTESİ   | x                   |
| TABLO LİSTESİ   | xi                  |
| ÖNSÖZ   | xv                  |
| 1. GİRİŞ  | 1                   |
| 1.1. Problem Durumu   | 3                   |
| 1.2. Araştırma Problemi   | 4                   |
| 1.3. Araştırmanın Amacı   | 5                   |
| 1.4. Araştırmanın Önemi   | 5                   |
| 1.5. Araştırma Soruları   | 7                   |
| 1.6. Varsayımlar  | 11                  |
| 1.7. Sınırlılıklar  | 11                  |
| 1.8. Kısaltmalar  | 12                  |
| 1.9. Araştırma Bölümleri  | 12                  |
| 2. ALANYAZIN TARAMASI VE KURAMSAL ÇERÇEVE                                     | 14                  |
| 2.1. Matematiksel Modelleme ve Matematiksel Modelleme Hakkında Genel Bilgiler | 14                  |
| 2.1.1. Model ve Modelleme   | 15                  |
| 2.1.2. Model ve Modelleme Bakış Açısı   | 17                  |
| 2.1.3. Matematiksel Modelleme ve Uygulamaları                                 | 17                  |
| 2.1.4. Matematiksel Modelleme Süreci  | 21                  |
| 2.1.5. Modellemenin Öğretimi İçin Tartışmalar                                 | 27                  |
| 2.1.5.1. Şekilsellik Tartışması   | 28                  |
| 2.1.5.2. Eleştirel Tartışma   | 28                  |
| 2.1.5.3. Uygulanabilirlik Tartışması  | 29                  |
| 2.1.5.4. Kültürel Tartışma  | 29                  |
| 2.1.5.5. Araçsal Tartışma   | 29                  |
| 2.1.6. Modellemenin Gelişim Aşamaları   | 30                  |
| 2.1.7. Modelleme Etkinlikleri (ME)  | 31                  |
| 2.1.8. ME Oluşturmak İçin Altı İlkenin Tanımı                                 | 35                  |
| 2.1.8.1. Gerçeklik İlkesi   | 35                  |

|   |     |
|---|-----|
| 2.1.8.2. Model Yapılandırma İlkesi  | 36  |
| 2.1.8.3. Kendini Değerlendirme İlkesi   | 36  |
| 2.1.8.4. Model Dokümantasyon İlkesi   | 37  |
| 2.1.8.5. Modeli Genelleştirme İlkesi  | 38  |
| 2.1.8.6. Etkili Prototip İlkesi   | 38  |
| 2.1.9. Matematiksel Modelleme ve ME Problemlerinin Özellikleri ve Geliştirilmesi                          | 41  |
| 2.1.10. Matematiksel Modelleme ve ME Problemlerine Karşı Geleneksel Matematik Eğitimi ve Problemleri      | 42  |
| 2.2. Matematiksel Modelleme ve Matematik Programları  | 46  |
| 2.2.1. Matematiksel Modellemenin Matematik Programlarında Yer Alması                                      | 46  |
| 2.2.2. Neden Modellemeyi Öğrencilere Öğretmeliyiz?  | 50  |
| 2.2.3. Okul Matematiğindeki Görev Türleri ve Modelleme Görevi   | 51  |
| 2.2.4. Matematiksel Modelleme ve Öğretmenin Görevleri   | 53  |
| 2.2.5. Matematiksel Modelleme ve Öğrencilerin Rolü  | 56  |
| 2.3. Matematik Eğitiminde Duyuşsal Alan   | 59  |
| 2.3.1. Matematiksel İnançlar, Matematik Eğitiminde Matematiksel İnançların Yeri ve Önemi                  | 63  |
| 2.3.2. Matematiğe Yönelik Kaygılar ve İlgili Durumlar   | 67  |
| 2.3.3. Tutum ve Matematiğe Karşı Tutumlar   | 71  |
| 2.4. Matematiksel Modelleme ve Matematik Eğitiminde Duyuşsal Alan   | 73  |
| 2.5. Modellemede Grup Çalışmasının Yeri ve Rolü   | 79  |
| 2.6. Matematik Eğitimi ve Biliş   | 80  |
| 2.6.1. Problem ve Problem Çeşitleri   | 81  |
| 2.6.2. Problem Çözme  | 83  |
| 2.7. Matematiksel Modelleme ve Biliş  | 87  |
| 2.7.1. Matematiksel Modellemenin Matematik Programlarında Yer Alan Bazı Bilişsel Beceriler Üzerine Etkisi | 95  |
| 2.8. Bilgisayara Yönelik Tutumlar   | 98  |
| 2.9. Hesap Makinesi ve Grafik Çizebilen Hesap Makinelerinin Matematik Eğitiminde Kullanımı                | 100 |
| 2.10. Matematiksel Modelleme ve Teknolojinin Kullanımı  | 104 |
| 2.11. Matematiksel Modelleme İle İlgili Araştırmalar  | 108 |
| 2.12. Araştırmacının Kuramsal Bakış Açısı   | 128 |
| 3. YÖNTEM   | 134 |
| 3.1. Araştırma Modeli   | 134 |
| 3.2. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi   | 136 |
| 3.3. Çalışma Grubu  | 137 |
| 3.4. Kullanılan Veri Toplama Araçları   | 138 |
| 3.5. Araştırmanın Pilot Çalışma Aşaması   | 139 |
| 3.6. Nicel Veri Toplama Araçları  | 140 |
| 3.6.1. Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği   | 140 |
| 3.6.1.1. Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeğinin Geçerlik ve Güvenirlik Analizi                         | 141 |
| 3.6.1.1.1. Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeğinin  |     |

|  |     |
|--|-----|
| Geçerlik Analizi   | 141 |
| 3.6.1.1.2 Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeğinin Güvenirlik Analizi                                   | 143 |
| 3.6.2. Matematik İnanç Ölçeği  | 143 |
| 3.6.2.1. Madde Havuzu Oluşturma  | 144 |
| 3.6.2.2. Uzman Görüşü Alma, Ön Uygulama Formunun Geliştirilmesi  | 145 |
| 3.6.2.3. Ölçeğin Uygulanması   | 145 |
| 3.6.2.4. Matematik İnanç Ölçeğinin Geçerlik Çalışması  | 146 |
| 3.6.2.4.1. Yapı Geçerliği  | 146 |
| 3.6.2.4.2. Madde Toplam Korelasyonları   | 149 |
| 3.6.2.4.3. Maddelerin Ayırt Edicilik Özellikleri   | 150 |
| 3.6.2.4.4. Madde Toplam Puanı ve Faktörler Arasındaki Korelasyon   | 151 |
| 3.6.2.5. Matematik İnanç Ölçeğinin Güvenirlik Çalışması  | 152 |
| 3.6.3. Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeği   | 153 |
| 3.6.3.1. Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeğinin Uygulanması  | 153 |
| 3.6.3.2. Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeğinin Geçerlik Analizi                                   | 153 |
| 3.6.3.3. Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeğinin Güvenirliği  | 155 |
| 3.6.3.3.3.1. Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeğinin Alt Faktörlerine Ait Güvenirlik Analizi        | 155 |
| 3.6.4. Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği   | 157 |
| 3.6.4.1. Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeğinin Uygulanması                        | 157 |
| 3.6.4.2. Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Tutum Ölçeğinin Geçerliği                    | 157 |
| 3.6.4.3. Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeğinin Güvenirliği                        | 159 |
| 3.6.4.3.1. Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeğinin Alt Faktörlerinin Güvenirliği    | 159 |
| 3.6.5. Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeği  | 161 |
| 3.6.5.1. Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeğiyle İlgili Uzman Görüşü Alma                  | 161 |
| 3.6.5.2. Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeğinin Uygulanması                               | 161 |
| 3.6.5.3. Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeğinin Geçerlik Analizi                          | 161 |
| 3.6.5.4. Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeğinin Güvenirlik Analizi                        | 163 |
| 3.6.5.4.1. Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeğinin Alt Faktörlerine Ait Güvenirlik Analizi | 163 |
| 3.7. Nitel Veri Toplama Araçları   | 164 |
| 3.7.1. Açık Uçlu Ön Anket ve Isınma Problemleri  | 164 |
| 3.7.2. Yapılandırılmış Öğrenci Günlükleri  | 165 |
| 3.7.3. Açık Uçlu Son Anket   | 165 |
| 3.7.4. Video Kayıtları   | 166 |
| 3.7.5. Öğrencilerin Çalışma Yaprakları   | 167 |
| 3.8. Araştırma Süreci  | 167 |
| 3.9. Uygulanan Matematiksel Modelleme Problemleri  | 170 |



|   |     |
|---|-----|
| 3.10 Verilerin Analizi  | 172 |
| 3.10.1. Nicel Verilerin Analizi ve Yorumlanması   | 172 |
| 3.10.2. Nitel Verilerin Çözümlemesi ve Yorumlanması Süreci  | 173 |
| 3.10.2.1. Klasik Yöntemle Nitel Veri Analizi İçin Ön Hazırlık   | 174 |
| 3.10.2.2. Nitel Verilerin Anlamlı Parçalara Ayrılması ve Kodlanması   | 174 |
| 3.10.2.3. Temalara Ulaşma   | 175 |
| 3.10.2.4. Veriyi Örgütleme  | 175 |
| 3.10.2.5. Nitel Bulguların Yorumlanması ve Raporlaştırılması  | 176 |
| 3.10.2.6. Nitel Bulguların Geçerliliği ve Güvenirliği   | 176 |
| 3.11. Bilgisayar Destekli Nitel Veri Analizi  | 178 |
| 3.12. Etkinliklerin Analizi   | 180 |
| <br>  |     |
| 4. BULGULAR   | 182 |
| 4.1. BULGULAR VE YORUMLAR-I YORDAMALI İSTATİSTİK-I  | 182 |
| 4.1.1. Araştırmanın Nicel Problemlerine Ait Ön Test Sonuçlarına Göre Grupların Denkliğine İlişkin Karşılaştırma | 183 |
| 4.1.2. Araştırmanın Nicel Problemlerine Ait Son Test Sonuçlarına Ait Bulgular                                   | 190 |
| 4.1.3. Araştırmanın Nicel Problemlerine Ait Ön Test Son Test Sonuçlarının Karşılaştırılmasına Ait Bulgular      | 196 |
| 4.2. BULGULAR VE YORUMLAR-II BETİMSEL İÇERİK ANALİZİ  | 205 |
| 4.2.1. Uygulama Öncesi Elde Edilen Nitel Bulgular   | 205 |
| 4.2.1.1. Katılımcıların Matematik Derslerinde Hesap Makinesi (HEMA) Kullanım Durumları                          | 205 |
| 4.2.1.2. Katılımcıların Uygulamadan Önce Matematik Derslerinde Bilgisayar Kullanım Durumları                    | 209 |
| 4.2.1.3. Katılımcıların Uygulamadan Önce Model/Matematiksel Modellemeyle İlgili Düşünceleri                     | 211 |
| 4.2.1.4. Isınma Problemlerindeki Modelleme Süreci   | 213 |
| 4.3. Uygulama Süreci ve Uygulama Süreci Sonrasında Elde Edilen Nitel Bulgular                                   | 214 |
| 4.3.1. Matematiksel Modelleme Kavramı ve Uygulaması   | 216 |
| 4.3.1.1. Model Algısı   | 216 |
| 4.3.1.2. Matematiksel Modelleme Algısı  | 218 |
| 4.3.1.3. Modelleme Problemlerinin Özellikleri   | 220 |
| 4.3.1.4. Matematiksel Modellemenin Matematik Eğitiminde Kullanımı   | 223 |
| 4.3.2. Matematiksel Modelleme Süreci  | 226 |
| 4.3.2.1. Matematiksel Modelleme Aşamaları   | 226 |
| 4.3.2.2. Grup Çalışması   | 230 |
| 4.3.2.3. Öğretmenin Rolü  | 235 |
| 4.3.2.4. Öğrencinin Rolü  | 237 |
| 4.3.3. Duyuşsal Özellikler  | 240 |
| 4.3.3.1. Matematiğe Karşı Tutumlar  | 241 |
| 4.3.3.2. Matematik Kaygısı  | 242 |
| 4.3.3.3. Matematiğe Yönelik İnançlar  | 244 |
| 4.3.3.4. Matematiksel Modellemeye Karşı Tutumlar  | 245 |
| 4.3.4. Bilişsel Özellikler  | 248 |
| 4.3.4.1. Problem Çözme ve Yaratıcı Problem Çözme  | 248 |

|   |     |
|---|-----|
| 4.3.4.2. Modelleme Yeterlikleri   | 252 |
| 4.3.4.2.1. Birinci Etkinliğin Yorumlanması  | 253 |
| 4.3.4.2.2. İkinci Etkinliğin Yorumlanması   | 255 |
| 4.3.4.2.3. Üçüncü Etkinliğin Yorumlanması   | 258 |
| 4.3.4.2.4. Dördüncü Etkinliğin Yorumlanması                                       | 262 |
| 4.3.4.2.5. Beşinci Etkinliğin Yorumlanması  | 264 |
| 4.3.4.2.6. Altıncı Etkinliğin Yorumlanması  | 266 |
| 4.3.4.2.7. Yedinci Etkinliğin Yorumlanması  | 268 |
| 4.3.4.2.8. Sekizinci Etkinliğin Yorumlanması                                      | 270 |
| 4.3.5. Matematik Eğitiminde Teknolojinin Kullanımı                                | 272 |
| 4.3.5.1. Problem Çözmede Bilgisayara Karşı Tutumlar                               | 272 |
| 4.3.5.2. Bilgisayarların Matematik Eğitiminde Kullanımı                           | 276 |
| 4.3.5.3. Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımına<br>Yönelik Tutumlar        | 278 |
| 4.3.5.4. Hesap Makinelerinin Matematik Eğitiminde Kullanımı                       | 281 |
| <br>  |     |
| 5. TARTIŞMA   | 284 |
| 5.1. Araştırmanın Nicel Alt Problemlerinin Tartışması                             | 284 |
| 5.1.1. Matematiğe Yönelik Tutumlar  | 284 |
| 5.1.2. Matematiğe Yönelik İnançlar  | 284 |
| 5.1.3. Matematiğe Yönelik Kaygılar  | 285 |
| 5.1.4. Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutumlar                      | 286 |
| 5.1.5. Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı                                | 286 |
| 5.2. Araştırmanın Nitel Alt Problemlerinin Tartışması                             | 287 |
| 5.2.1. Matematiksel Modelleme Kavramı ve Uygulaması                               | 287 |
| 5.2.1.1. Model Algısı   | 287 |
| 5.2.1.2. Matematiksel Model Algısı  | 288 |
| 5.2.1.3. Matematiksel Modelleme Problemlerinin Özellikleri                        | 289 |
| 5.2.1.4. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Matematik<br>Eğitiminde Kullanımı | 290 |
| 5.2.2. Modelleme Süreci   | 291 |
| 5.2.2.1. Matematiksel Modelleme Aşamaları   | 291 |
| 5.2.2.2. Grup Çalışması   | 292 |
| 5.2.2.3. Öğretmenin Rolü  | 294 |
| 5.2.2.4. Öğrencinin Rolü  | 294 |
| 5.2.3. Duyuşsal Özellikler  | 295 |
| 5.2.3.1. Matematiğe Karşı Tutumlar  | 295 |
| 5.2.3.2. Matematiğe Yönelik Kaygılar  | 295 |
| 5.2.3.3. Matematiğe Yönelik İnançlar  | 296 |
| 5.2.3.4. Modelleme Problemlerine/Matematiksel Modellemeye<br>Yönelik Tutumlar     | 297 |
| 5.2.4. Bilişsel Özellikler  | 298 |
| 5.2.4.1. Problem Çözme ve Yaratıcı Problem Çözme Becerilerinin<br>Gelişimi        | 298 |
| 5.2.4.2. Modelleme Yeterlikleri   | 300 |
| 5.2.5. Matematik Eğitiminde Teknolojinin Kullanımı                                | 301 |
| 5.2.5.1. Problem Çözmede Bilgisayarların Kullanımına Karşı Tutum                  | 301 |
| 5.2.5.2. Bilgisayarların Matematik Eğitiminde Kullanılması                        | 302 |
| 5.2.5.3. Problem Çözmede Hesap Makinelerinin Kullanımına Yönelik                  |     |

|   |     |
|---|-----|
| Tutum   | 302 |
| 5.2.5.4. Hesap Makinesinin Matematik Eğitiminde Kullanımı                               | 303 |
| 6. SONUÇ VE ÖNERİLER  | 305 |
| 6.1. Sonuçlar   | 305 |
| 6.1.1. Matematiğe Yönelik Tutumlar  | 305 |
| 6.1.2. Matematiğe Yönelik İnançlar  | 305 |
| 6.1.3. Matematiğe Yönelik Kaygılar  | 306 |
| 6.1.4. Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutumlar                            | 306 |
| 6.1.5. Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanılması                                   | 306 |
| 6.1.6. Nitel Araştırma Problemleri Bağlamında Sonuçlar                                  | 307 |
| 6.1.7. Matematik Eğitimi Açısından Sonuçlar   | 309 |
| 6.2. Öneriler   | 312 |
| 7. EKLER  | 318 |
| EK –A Araştırma İzin Belgesi  | 318 |
| EK-B Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği   | 319 |
| EK-C Matematik İnanç Ölçeği   | 320 |
| EK-D Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeği  | 322 |
| EK-E Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği                          | 324 |
| EK-F Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeği                                 | 326 |
| EK-G Açık Uçlu Ön Anket ve Isınma Problemleri   | 327 |
| EK-H Açık Uçlu Son Anket  | 331 |
| EK-I Öğrenci Günlüğü Formu  | 332 |
| EK-İ Matematiksel Modelleme Etkinlikleri  | 335 |
| EK-J Matematik Tutum Ölçeğinin Madde Ayırt Ediciliği                                    | 348 |
| EK-K Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeği Kullanımı İzin Belgesi                   | 350 |
| EK-L Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeğinin Madde Ayırt Ediciliği                 | 352 |
| EK-M Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeğinin Madde Ayırt Ediciliği | 355 |
| EK-N Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeğinin Madde Ayırt Ediciliği        | 357 |
| EK-O Bilgisayar Destekli Nitel Veri Analizi Kursu Katılım Belgesi                       | 358 |
| EK-P Modelleme Performansını Ölçmeye Yönelik Puanlama Anahtarı                          | 359 |
| EK-R İki Puanlayıcının Etkinliklere Verdikleri Puan Sonuçları                           | 362 |
| EK-S Isınma Problemlerindeki Modelleme Örnekleri  | 364 |
| EK-T Orta ve Zayıf Düzeyde Modelleme Örnekleri  | 366 |
| 8. KAYNAKÇA   | 377 |

## ŞEKİL LİSTESİ

| <u>Şekil Numarası</u> | <u>Şekil Adı</u>  | <u>Sayfa</u> |
|-----------------------|---|--------------|
| Şekil 2.1             | Matematiksel Modelleme Süreci   | 22           |
| Şekil 2.2             | Genel Modelleme Süreci  | 23           |
| Şekil 2.3             | Modellemede Temel Aşamalar  | 26           |
| Şekil 2.4             | Matematik Eğitiminde Duyuşsal Alanın Boyutlarını Tanımlayan Düzgün Dört Yüzlü Model       | 60           |
| Şekil 2.5             | Çevrenin Matematiğe İlişkin İnançlarıyla Öğrencinin Matematik Davranışı Arasındaki İlişki | 64           |
| Şekil 2.6             | Modellemede Eylemsel Örüntüler  | 76           |
| Şekil 2.7             | Modelleyici Tipleri   | 78           |
| Şekil 2.8             | Matematiksel Modellemede Bilişsel Döngü   | 91           |
| Şekil 2.9             | Bilişsel Bakış Açısından Modelleme Döngüsü  | 93           |
| Şekil 3.1.            | Araştırmanın Nicel Deseni   | 135          |
| Şekil 3.2             | Matematik Tutum Ölçeğinin Tek Faktörlü Olduğunu Gösteren Yamaç Grafiği                    | 143          |
| Şekil 4.1             | Temalar ve Alt Temaların Ayrılışı   | 215          |
| Şekil 4.2             | 1. Etkinlikte İyi Düzeyde Modelleme Örneği  | 254          |
| Şekil 4.3             | 2. Etkinlikte İyi Düzeyde Modelleme Örneği  | 257          |
| Şekil 4.4             | 3. Etkinlikte İyi Düzeyde Modelleme Örneği  | 260          |
| Şekil 4.5             | 4. Etkinlikte İyi Düzeyde Modelleme Örneği  | 262          |
| Şekil 4.6             | 5. Etkinlikte İyi Düzeyde Modelleme Örneği  | 264          |
| Şekil 4.7             | 6. Etkinlikte İyi Düzeyde Modelleme Örneği  | 266          |
| Şekil 4.8             | 7. Etkinlikte İyi Düzeyde Modelleme Örneği  | 268          |
| Şekil 4.9             | 8. Etkinlikte İyi Düzeyde Modelleme Örneği  | 270          |

## TABLO LİSTESİ

| <b><u>Tablo Numarası</u></b> | <b><u>Adı</u></b>  | <b><u>Sayfa</u></b> |
|------------------------------|--|---------------------|
| <b>Tablo 2.1</b>             | Matematiksel Modellemenin Öğretimsel Modeli  | 31                  |
| <b>Tablo 2.2</b>             | ME Oluşturmak İçin Altı Tasarlama İlkesi   | 40                  |
| <b>Tablo 2.3</b>             | Okul Matematiğindeki Görevlerin Türleri  | 52                  |
| <b>Tablo 3.1.</b>            | Araştırma Deseni   | 134                 |
| <b>Tablo 3.2</b>             | Matematik Tutum Ölçeğinde Faktör Analizi Sonuçlarına Göre Tek Bir Faktör Altındaki Maddelerin Faktör Yükleri                               | 142                 |
| <b>Tablo 3.3</b>             | Matematik İnanç Ölçeğinde Faktör analizi sonuçlarına göre iki faktör altındaki maddelerin faktör yükleri                                   | 148                 |
| <b>Tablo 3.4</b>             | Matematik inanç ölçeğinde madde ve test puanları Korelasyonu   | 149                 |
| <b>Tablo 3.5</b>             | Matematik inanç ölçeği'nin madde ayırt edici özelliklerine ilişkin olarak yapılan "t" testi sonuçları                                      | 150                 |
| <b>Tablo 3.6</b>             | Matematik inanç ölçeğinde madde toplam puanı ile faktör puanları arasındaki korelasyon   | 151                 |
| <b>Tablo 3.7</b>             | Matematik İnanç Ölçeğinin İç Tutarlılık Katsayıları  | 152                 |
| <b>Tablo 3.8</b>             | Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeğinin Faktör Analizi Sonuçlarına Göre Beş Faktör Altındaki Maddelerinin Faktör Yük Değerleri        | 154                 |
| <b>Tablo 3.9</b>             | Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeğinin Beş Alt Faktörünü Oluşturan Maddeler ve Her Bir Faktörün Güvenirlik Kat Sayısı                | 156                 |
| <b>Tablo 3.10</b>            | Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeğinin Faktör Analizi Sonuçlarına Göre Üç Faktör Altındaki Maddelerin Faktör Yükleri | 158                 |
| <b>Tablo 3.11</b>            | Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeğinin Üç Alt Faktörünü Oluşturan Maddeler ve Her Bir Faktörün Güvenirlik Kat Sayısı | 160                 |
| <b>Tablo 3.12</b>            | Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeğinin Faktör Analizi Sonuçlarına Göre İki Faktör Altındaki Maddelerinin Faktör Yükleri     | 162                 |
| <b>Tablo 3.13</b>            | Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeğinin İki Alt Faktörünü Oluşturan Maddeler ve Her Bir Faktörün Güvenirlik Kat Sayısı       | 163                 |
| <b>Tablo 3.14</b>            | Çalışmanın Uygulama Takvimi  | 168                 |
| <b>Tablo 3.15</b>            | Matematikselleştirme Etkinlikleri ve Uygulanma Süreleri  | 169                 |
| <b>Tablo 3.16</b>            | Kodlayıcılar Arasındaki Puanlama Korelasyonları  | 181                 |
| <b>Tablo 4.1</b>             | Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Matematik Tutum Ölçeğinin Ön Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklemeler İçin t Testiyle Karşılaştırılması    | 183                 |
| <b>Tablo 4.2</b>             | Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Matematik Tutum  |                     |

|                   |   |     |
|-------------------|---|-----|
|                   | Ölçeğinin Ön Test Sonuçlarının Mann Whitney-U Testi İle Karşılaştırılması   | 183 |
| <b>Tablo 4.3</b>  | Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Matematik İnanç Ölçeğinin Ön Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklem İçin t Testi İle Karşılaştırılması  | 184 |
| <b>Tablo 4.4</b>  | Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Matematik İnanç Ölçeğinin Alt Boyutlarının Ön Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklem İçin t Testi ile Karşılaştırılması                                       | 185 |
| <b>Tablo 4.5</b>  | Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeğinin Ön Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklem İçin t Testi İle Karşılaştırılması                                     | 185 |
| <b>Tablo 4.6</b>  | Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeğinin Alt Boyutlarına Ait Ön Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklem İçin t Testi İle Karşılaştırılması                 | 186 |
| <b>Tablo 4.7</b>  | Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeğinin Ön Test Sonuçlarının İlişkisiz t Testi İle Karşılaştırılması                                   | 187 |
| <b>Tablo 4.8</b>  | Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeğinin Alt Boyutlarına Ait Ön Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklem İçin t Testi İle Karşılaştırılması | 188 |
| <b>Tablo 4.9</b>  | Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeğinin Alt Boyutu Önemin Ön Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklem İçin t Testi İle Karşılaştırılması   | 189 |
| <b>Tablo 4.10</b> | Deney ve Kontrol Gruplarının Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeğinin Ön Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklem İçin t Testi ile Karşılaştırılması                               | 190 |
| <b>Tablo 4.11</b> | Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Matematik Tutum Ölçeğinin Son Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklem İçin t Testi İle Karşılaştırılması   | 191 |
| <b>Tablo 4.12</b> | Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Matematik İnanç Ölçeğinin Son Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklem İçin t Testi İle Karşılaştırılması   | 191 |
| <b>Tablo 4.13</b> | Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Matematik İnanç Ölçeğinin Alt Boyutlarının Son Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklem İçin t Testi İle Karşılaştırılması                                      | 191 |
| <b>Tablo 4.14</b> | Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeğinin Son Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklem İçin t Testi İle Karşılaştırılması                                    | 192 |
| <b>Tablo 4.15</b> | Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeğinin Alt Boyutlarına Ait Son Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklem İçin t Testi İle Karşılaştırılması                | 193 |
| <b>Tablo 4.16</b> | Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeğinin Son Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklem İçin t Testi İle Karşılaştırılması                    | 194 |

|                   |  |     |
|-------------------|--|-----|
| <b>Tablo 4.17</b> | Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeğinin Alt Boyutlarına Son Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklemeler İçin t Testi İle Karşılaştırılması | 195 |
| <b>Tablo 4.18</b> | Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeğinin Son Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklemeler İçin t Testi İle Karşılaştırılması                        | 196 |
| <b>Tablo 4.19</b> | Deney Grubuna Ait Matematik Tutum Ölçeği Ön Test Son Test Sonuçlarının İlişkili Örneklemeler İçin t Testi ile Karşılaştırılması  | 197 |
| <b>Tablo 4.20</b> | Kontrol Grubuna Ait Matematik Tutum Ölçeği Ön Test Son Test Sonuçlarının İlişkili Örneklemeler İçin t Testi ile Karşılaştırılması  | 198 |
| <b>Tablo 4.21</b> | Deney Grubuna Ait Matematik İnanç Ölçeğinin Ön Test Son Test Sonuçlarının İlişkili Örneklemeler İçin t Testi ile Karşılaştırılması   | 198 |
| <b>Tablo 4.22</b> | Kontrol Grubuna Ait Matematik İnanç Ölçeğinin Ön Test Son Test Sonuçlarının İlişkili Örneklemeler İçin t Testi ile Karşılaştırılması   | 199 |
| <b>Tablo 4.23</b> | Deney Grubuna Ait Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeğinin Ön Test Son Test Sonuçlarının İlişkili Örneklemeler İçin t Testi ile Karşılaştırılması  | 200 |
| <b>Tablo 4.24</b> | Kontrol Grubuna Ait Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeğinin Ön Test Son Test Sonuçlarının İlişkili Örneklemeler İçin t Testi ile Karşılaştırılması                                      | 201 |
| <b>Tablo 4.25</b> | Deney Grubuna Ait Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeğinin Ön Test Son Test Sonuçlarının İlişkili Örneklemeler İçin t Testi ile Karşılaştırılması                        | 201 |
| <b>Tablo 4.26</b> | Kontrol Grubuna Ait Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeğinin Ön Test Son Test Sonuçlarının İlişkili Örneklemeler İçin t Testi ile Karşılaştırılması                      | 202 |
| <b>Tablo 4.27</b> | Deney Grubuna Ait Problem Çözmede Ölçeğinin Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeğinin Ön Test Son Test Sonuçlarının İlişkili Örneklemeler İçin t Testi ile Karşılaştırılması                     | 203 |
| <b>Tablo 4.28</b> | Deney Grubuna Ait Problem Çözmede Ölçeğinin Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeğinin Ön Test Son Test Sonuçlarının İlişkili Örneklemeler İçin t Testi ile Karşılaştırılması                     | 203 |
| <b>Tablo 4.29</b> | Öğrencilerin Matematik Derslerinde HEMA Kullanım Durumları   | 206 |
| <b>Tablo 4.30</b> | Matematik Öğrenirken HEMA Kullanımıyla İlişkin Bulgular  | 207 |
| <b>Tablo 4.31</b> | Matematik Sınavlarında HEMA Kullanımıyla İlgili Düşüncelere Ait Bulgular   | 208 |
| <b>Tablo 4.32</b> | Matematik Derslerinde Öğrencilerin Bilgisayar Kullanım Durumu  | 209 |
| <b>Tablo 4.33</b> | Matematik Öğrenirken Bilgisayar Kullanımıyla İlgili Bulgular   | 210 |

|                   |   |     |
|-------------------|---|-----|
| <b>Tablo 4.34</b> | Matematik Sınavlarında Bilgisayar Kullanımıyla İlgili Bulgular  | 211 |
| <b>Tablo 4.35</b> | Matematiksel Modelleme Kavramına Yapılan Yüklemler  | 212 |
| <b>Tablo 4.36</b> | Modelleme Problemlerinin Değerlendirilmesi  | 212 |
| <b>Tablo 4.37</b> | Model Algısına Yönelik Yüklemlerin Frekans Dağılımı   | 216 |
| <b>Tablo 4.38</b> | Matematiksel Modelleme Algısına Yönelik Yüklemlerin Frekans Dağılımı  | 218 |
| <b>Tablo 4.39</b> | Matematiksel Modelleme Problemlerinin Özelliklerine Yönelik Yüklemlerin Frekans Dağılımı                                | 220 |
| <b>Tablo 4.40</b> | Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Matematik Matematik Eğitiminde Kullanımına Yönelik Yüklemlerin Frekans Dağılımı  | 223 |
| <b>Tablo 4.41</b> | Matematiksel Modelleme Aşamalarına/Çözüm Yöntemine Yönelik Yüklemlerin Frekans Dağılımı                                 | 226 |
| <b>Tablo 4.42</b> | Matematiksel Modelleme Etkinliklerinde Grup Çalışmasının Özelliklerine Yönelik Yüklemlerin Frekans Dağılımı             | 231 |
| <b>Tablo 4.43</b> | Matematik Öğretmeninin Matematiksel Modelleme Sürecindeki Rolüne Yönelik Yüklemlerin Frekans Dağılımı                   | 235 |
| <b>Tablo 4.44</b> | Matematiksel Modelleme Etkinliklerinde Öğrencilerin Kendi Rollerini Algılamalarına Yönelik Yüklemlerin Frekans Dağılımı | 238 |
| <b>Tablo 4.45</b> | Matematiğe Karşı Tutumlara Yönelik Yüklemlerin Frekans Dağılımı   | 241 |
| <b>Tablo 4.46</b> | Matematik Kaygısına Yönelik Yüklemlerin Frekans Dağılımı  | 243 |
| <b>Tablo 4.47</b> | Matematiğe Yönelik İnançlarla İlgili Yüklemlerin Frekans Dağılımı   | 244 |
| <b>Tablo 4.48</b> | Matematiksel Modellemeye Karşı Tutumlara Yönelik Yüklemlerin Frekans Dağılımı   | 246 |
| <b>Tablo 4.49</b> | Problem Çözme ve Yaratıcı Problem Çözmeyle İlgili Yüklemlerin Frekans Dağılımı  | 249 |
| <b>Tablo 4.50</b> | Problem Çözmede Bilgisayarların Kullanımı İle İlgili Yüklemlerin Frekans Dağılımı                                       | 273 |
| <b>Tablo 4.51</b> | Matematik Eğitiminde Bilgisayarların Kullanımı İle İlgili Yüklemlerin Frekans Dağılımı                                  | 276 |
| <b>Tablo 4.52</b> | Problem Çözmede Hesap Makinelerinin Kullanımı İle İlgili Yüklemlerin Frekans Dağılımı                                   | 279 |
| <b>Tablo 4.53</b> | Matematik Eğitiminde Hesap Makinesinin Kullanımı İle İlgili Yüklemlerin Frekans Dağılımı                                | 282 |



## ÖNSÖZ

Eğitim, insana verilen değerle başlar. Bireyin; doğuştan getirdiği yetenekleriyle, sonradan kazanmaya çalıştığı becerileri bir hedefe yönelik kendini gerçekleştirme sürecinde rol oynar. Hayatımızın her alanına giren teknolojinin matematik derslerinde de kullanımı öğrenme-öğretme sürecini etkilemiştir. Ayrıca öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal özellikleri de matematik öğrenme ve öğretme sürecini etkileyen en önemli etkenler arasındadır.

Son yıllarda matematik eğitiminde yapılan reform çalışmalarıyla birlikte matematiksel modelleme becerilerinin kazanımı matematik programlarında yer bulmuştur. Bu çalışmada teknoloji destekli matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal özelliklerini etkileyip etkilemediği incelenmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmalarında beni destekleyen, yanımda olan, her an bana rehberlik eden, engin düşünceleriyle beni aydınlatan ve şekillendiren, örnek aldığım değerli hocam Doç.Dr. Hülya GÜR'e

Araştırmanın başından itibaren aramızda mesafeler (yol uzaklığı) olmasına rağmen, her aradığımda ulaşabildiğim, değerli zamanlarını bana ayıran, yakın ilgi ve desteğiyle yanımda olan, kendime rehber aldığım değerli hocalarımdan biri olan Prof.Dr.Sinan OLKUN'a

En sıkıştığım anlarda kendimi odasında bulduğum, her sorunu danıştığım, yapmış olduğu olumlu eleştirilerle çalışmamın her aşamasında bana yardımcı olan çok değerli hocam Doç.Dr. M.Sabri KOCAKÜLAH'a

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca her zaman yanımda olan, en çaresiz anlarımda bile bana güç veren aileme, destekleyen arkadaşlarıma, ayrıca birlikte çalışmalarımızı gerçekleştirdiğimiz değerli zamanlarını ayıran fen lisesi öğrencilerine, öğretmenlerine ve idarecilerine özellikle de yardımlarını esirgemeyen matematik öğretmeni Timur KARA'ya ayrı ayrı teşekkür ederim.

Balıkesir, Ağustos 2011

Mehmet Ali KANDEMİR

## 1.GİRİŞ

21. yüzyıl yeni gelişmelerle beklenmedik sorunları da beraberinde getirmiştir. İnsanların karşılaştıkları problemler gün geçtikçe artmakta ve çoğu zaman bu problemlere çözüm bulunamamaktadır. Çözüm için farklı problem çözme yöntemleri gerekmektedir.

Aslında cevaplanması gereken soru, meydan okuyan, alışık olmadık problemlerle bireyler karşılaştıkları zaman problemlerin üstesinden nasıl geleceklerini ve matematik eğitiminin bu süreçte ne şekilde bir rol oynayacağıdır. Matematik eğitiminde kazanılan bilgi, beceri ve problem çözme yöntemlerinin gerçek hayata aktarımının tam olarak açıklığa kavuşması gereken bir durumdur.

Teknoloji ve diğer tüm alanlardaki ilerlemeler ve gelişmeler matematik eğitiminin de değişmesini, çağdaş öğretim yöntemlerinin kullanımını gerekli kılmıştır. Matematik öğrenen birey pasif, bilgiyi aynen alan ve aynen aktaran bir birey olarak görülmemektedir. Birey, öğrenme sırasında bilgiyi aktif olarak alıp, kendi içsel süreçleriyle ve sosyal etkileşimleri sonucunda oluşturmakta diğer alanlara transfer edebilmektedir.

Öğrenenlerin bilgi, beceri, tutum, kaygı, inanç gibi özellikleri, matematik eğitimini etkilemektedir. Bundan dolayı, matematik eğitiminde bireylerin sahip oldukları özellikler göz önüne alınarak yeni yöntem ve yaklaşımlar uygulanmalıdır.

Son yıllarda matematik eğitime bakış açılarında önemli değişiklikler olmuştur. Artık matematik eğitimi; yalnızca matematik bilen değil, sahip olduğu bilgiyi uygulayan, matematik yapan, problem çözen insanlar yetiştirmeyi hedeflemektedir. Yirmi birinci yüzyılda bilgi toplumları, bireylerin temel becerilerinin ötesine geçerek yeni yeterlik kazanmalarına gerek duymaktadır [1]. Matematik eğitimi de çağın gereksinimleri doğrultusunda düzenlenmelidir. Çağa uygun matematik eğitiminin amaçları şöyledir:

1. Pragmatik amaçlar: Matematik eğitimi ek matematiksel alanları ve durumları ile ilgili yönleri tanımlayarak onları daha iyi anlamaları ve onların üstesinden daha iyi gelmeleri için öğrencilere yardımcı olmayı planlar. Bu matematiksel alanlar ve durumlar (a) Şimdi veya gelecekteki günlük yaşamdan ve çevremizde ya da okuldaki genel eğitim alanındaki diğer konulardan, (b) Şimdi veya gelecekteki çalışma alanlarından veya okulda ve üniversitelerdeki iÇten kaynaklanabilir.
2. Biçimlendirici (formative) amaçlar: Matematikle ilgili olarak öğrenciler, (a) genel yeterlikler kazanmalıdır. Örneğin, tartışma, problem çözme, gerçeklikle matematik arasında aktarımlar yapma gibi beceriler veya problem durumlarına karşı açık olma ve zihinsel uđraŐlara gönüllü olma tutumlarını taŐımalıdır. (b) etkinliklerinden keyif almalı ve eğlenmelidirler.
3. Kültürel amaçlar: Öğrenciler, matematiksel konuları (a) bireysel insanın kendisini yansıtmasını içeren felsefi ve epistemolojik yansıtma için bir kaynak olarak, (b) bir bilim olarak ve toplumda matematiğin asıl kullanımlarıyla kötüye kullanılmasının eleştirel bir değerlendirmesini içeren insan tarihi ve kültürünün bir parçası olarak matematiğin geniş ve dengeli bir fotoğrafını oluŐturmayı, (c) zel matematiksel konularla ilgili bilgi, beceri ve yetenekleri üretmeyi dŐnmelidirler [2].

Küresel amaçlar ulusal eğitim sistemimizi de etkilemiş, eğitim amaçlarının Őekillenmesinde kaynaklık etmiştir. Ortaöğretimde matematik eğitiminin ulusal amaçları Şöyle sıralanabilir:

- Matematiksel düşünce sistemini öğrenmek ve öğretmektir. Temel matematiksel becerileri (*problem çözme, akıl yürütme, ilişkilendirme, genelleme, iletişim kurma, duyuşsal ve psikomotor gelişim*) ve bu becerilere dayalı yetenekleri, gerçek hayat problemlerine uygulamalarını sağlamak;

- Bireysel olarak matematik çalışmaları ile gençleri geleceğe hazırlarken kendi matematiksel beceri ve yeteneklerinde ileriye gitmelerini sağlamak, gençlerin gelişen teknolojiyi takip edebilmelerine imkân verecek zihinsel becerileri nasıl kazanabileceklerini öğretmek;

- Matematiğin dayandığı esasların bazılarını anlayabilmek, dünya kültüründe ve toplumdaki yerimizi değerlendirebilmek sanatsal boyut içerisinde de yer alan matematiğin önemini öğretmek;

- Matematiğin sistematik bir bilgi ve bilgisayar dili olduğunu öğretmektir [3,s.4-5]

### 1.1 Problem Durumu

Eğitim sisteminde, öğrencilerin yeterlikleri uluslararası sınavlarla ölçülmektedir. PISA 2003'te Türk Öğrenciler matematik alanında sondan ikinci sırada yer alarak diğer ülkelere göre başarısız olmuşlardır [4]. Dünya Bankası Eğitim Raporunda (2006), PISA sınavının ve Türk Eğitim Sisteminin Değerlendirilmesiyle ilgili şu sonuçlara ulaşılmıştır: Türkiye'de eğitim sisteminin yapısı uluslararası normlara uygun değildir. Türk Eğitim Sistemi, çok az öğrenciyi iyi eğitmekte, ancak öğrencilerin çoğunu başarısız kılmaktadır. Üniversiteye giriş sınavları ve benzeri sınavlar, eğitim sisteminde kaliteyi düşürmekte, öğrenci ve öğretmen gelişimini desteklememektedir. Türkiye'de öğretmen başına ve derslik başına, düşen öğrenci sayısı oldukça fazladır. Bütçeden eğitime ve araştırmaya ayrılan pay, öğrenci başına yapılan harcama düzeyi ve kişi başına düşen milli gelir oldukça düşüktür. Bütün bu sonuçlar düşünüldüğünde Türkiye'de eğitimde fırsat eşitliğinin yeterince sağlanabildiğini söylemek oldukça zordur [5].

Türkiye PISA 2003'ten PISA 2009'a puanını en fazla arttıran ülkelerden biridir. Ancak Türkiye seviye atlayamamıştır. 1'in en düşük 6'nın en yüksek olduğu değerlendirmede Türkiye hem 2003'te hem de 2009'da matematikte 2.seviyededir. PISA 2003 ve ondan önceki uluslararası sınavların sonucunda elde edilen sonuçlara göre eğitim sisteminde birtakım iyileştirmelere gidilmiştir. Bunlardan biri olarak örgün ve yaygın eğitimde yer alan müfredat programları, 2005-2009 yılları arasında kademeli olarak değiştirilmiş, yeniden hazırlanarak uygulamaya konmuştur. Bu kapsamda birçok dersin öğretim programı yenilenmiştir. Türkiye'nin 2009 PISA sonuçlarında gösterdiği sınırlı iyileşmede bu uygulamaların etkisi görülebilmektedir.

Ancak bu önlemlerin Türkiye'nin puanını bir bütün olarak yükselterek daha ileri bir düzeye götürme konusunda başarılı olamadığı ifade edilebilir [6].

Yenilenen ortaöğretim matematik programıyla, yukarıda belirtilen olumsuzlukların üstesinden gelinmesi amaçlanmıştır. Uygulanmakta olan ortaöğretim matematik programında temel matematiksel beceriler olarak *problem çözme*, *akıl yürütme*, *ilişkilendirme*, *genelleme*, *iletişim kurma*, *duyuşsal ve psikomotor gelişim* şeklinde sıralanmıştır. Öğrencilerin bu becerileri gerçek hayat problemlerine uygulamalarını sağlamak da amaçlanmıştır. Ayrıca diğer bir amaç da gençlerin gelişen teknolojiyi takip edebilmelerine imkân verecek zihinsel becerileri nasıl kazanabileceklerini öğretmektir [7]. Uygulanmakta olan programda “problem çözme”, “iletişim”, “akıl yürütme”, “ilişkilendirme” ve bazı “psikomotor” becerilerin nasıl geliştirileceği konusu çok sınırlı kalmıştır. Programda verilen örnek etkinliklerde bu becerilerin hangilerinin ne zaman ve nasıl geliştirileceği konusunda bir yönlendirme veya açıklama bulunmamaktadır [8].

Bu araştırmada, matematiksel modelleme etkinliklerinin programda yer alan öğrencilerin duyuşsal özelliklerine, problem çözme becerilerine ve modelleme etkinliklerinde teknolojinin kullanımına ilişkin düşüncelerine etkisi araştırılmıştır.

## 1.2 Araştırma Problemi

Araştırma problemi aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur:

“ Model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin duyuşsal özelliklerine, problem çözme becerilerine ve modelleme etkinliklerinde teknolojinin kullanımına ilişkin düşüncelerine etkisi nedir?” sorusu araştırmanın problem cümlesini oluşturmaktadır.

### **1.3 Araştırmanın Amacı**

Matematik eğitimiyle ilgili çalışmalar incelendiğinde, konu olarak matematiğe karşı tutumların, matematiğe yönelik inançların ve matematiğe yönelik kaygıların çalışıldığı görülmektedir. Problem çözme ve bilgisayar destekli matematik öğretimiyle ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır [9-16]. Matematik eğitiminde modelleme ile ilgili yapılan çalışmaların sayısı da son yıllarda artmıştır. Modelleme etkinliklerinin oluşturulmasında teknolojinin kullanımı giderek artan bir çalışma alanıdır. Ancak matematik eğitiminde belirtilen öğelerin hepsini görmeye yarayacak bir çalışmaya rastlanmamaktadır. Matematik eğitiminde duyuşsal alan, problem çözme ve teknolojinin kullanımıyla, matematiksel modellemenin birleşimi sonucunda matematik eğitiminin çok boyutlu bir şekilde incelenmesi mümkün olacaktır.

Bu araştırmada, model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarında olumlu ilerlemeler sağlaması; öğrencilerin matematik kaygısını arttırmaması; öğrencilerin matematiğe yönelik inançlarında olumlu değişimler meydana getirmesi; öğrencilerin teknolojiye karşı olumlu tutum geliştirmelerini sağlaması ve öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

### **1.4 Araştırmanın Önemi**

Yeni öğrenme ve öğretme teorilerinin kullanımıyla birlikte matematik öğretiminde artık geleneksel öğretim yöntemleri bırakılmış yerine çağdaş öğretim yöntemlerinden olan yapılandırmacı öğretim yöntemi benimsenmiştir. Yapılandırmacı öğretim yönteminde; bireyin öğrenme sırasında aktif, bilgiyi kendi içsel süreçleriyle ve sosyal etkileşimler sonucu oluşturarak, bilgiyi başka alanlara transfer edebilmelidir. Bu yönüyle de model oluşturma etkinlikleri, yapılandırmacı öğretim yöntemine uygun etkinliklerdir.

Yurtdışındaki çalışmalar incelendiğinde özellikle modelleme çalışmalarında matematiğe karşı tutumların incelendiği ve teknolojinin modelleme etkinliklerinde kullanımının araştırıldığı görülmektedir [17-19]. Matematik eğitiminde duyuşsal alanı, sadece matematiğe yönelik tutumlarla sınırlandırmak duyuşsal alana olan genel etkiyi görmeyi zorlaştırır. Duyuşsal alanla ilgili olarak modelleme etkinlikleri öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarına olan olumlu etkisinin yanında, onların matematiğe karşı kaygılarını ortalama düzeyde tutmada ve matematikle ilgili olumlu inançlar edinmelerine yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde; matematiğe yönelik olan tutum, matematiksel inançlar ve matematik kaygısını içine alan ve bu üç yapıya geniş açıdan bakabilmeyi sağlayan bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Matematik eğitiminin hedeflerinden biri de öğrencileri iyi birer problem çözücü olarak yetiştirmektir. NCTM (2000), tüm okullardaki öğrenciler için problem çözmeyi önemli olarak tanımlamıştır :

Anasınıfından 12.sınıfa kadar eğitimsel programlar tüm öğrenciler için,

- Problem çözüme yardımıyla yeni matematiksel bilginin inşasını,
- Diğer konularda ve matematikte görülen problemleri çözmeyi,
- Problemleri çözmek için uygun stratejilerin geniş bir kısmını uygulamayı ve adapte etmeyi,
- Denetlemeyi ve matematiksel problem çözüme sürecini yansıtmayı gerekli kılmalıdır.

Matematiksel modelleme etkinlikleri yardımıyla bireylerin gruplar içinde çalışarak problem çözüme becerilerini geliştirebilecekleri düşünülmektedir [20].

NCTM (2000), elektronik teknolojiler, hesap makineleri ve bilgisayarların matematiği öğrenme, öğretme ve yapmada temel araçlar olduğunu belirtmekte ve bunların kullanımına ve faydalarına yönelik önemli açıklamalar yapmaktadır [20]. NCTM'nin (2000) altı prensibinden biri okul matematiğinde teknolojinin kullanılmasıdır. Teknoloji; matematiği öğrenme ve öğretmede esastır. Teknoloji, öğretilen matematiği etkilemekte ve öğrencinin öğrenmesini geliştirmektedir [20,s.11]. NCTM (2000)'e göre özellikle hesap makineleri matematik derslerinde bulunması ve kullanılması gereken bilişsel araçlar olarak yer almaktadır [20] Hesap

makinelerinin matematik derslerinde uygun bir şekilde kullanımının, öğrencilerin işlem becerileri üzerinde zararlı bir etkisinin olmadığı yapılan araştırmalarda ortaya konmuştur [21].

Bilgisayar ve hesap makinelerinin okullarda matematik öğretimi ve eğitiminde kullanımıyla ilgili şu görüşlere yer verilmiştir:

- Öğrenci her zaman uygun bir hesap makinesi kullanabilmeli,
- Her sınıfta gösteri amaçlı bir bilgisayar olmalı,
- Her öğrenci bilgisayar kullanmayı öğrenmeli,
- Öğrenciler bilgisayarı problemleri keşfetmek ve çözmek için bir bilgi işlemci ve hesaplayıcı olarak kullanmayı öğrenmeli [22].

Teknolojinin matematikte kullanımı özellikle de problem çözme etkinliklerinde kullanılması bir avantajdır. Modelleme etkinliklerindeki sorular, problem çözümede teknolojinin (bilgisayar, grafik çizebilen hesap makineleri vb.) kullanımına izin vermektedir. Böylece bireylerin teknolojiye ilişkin düşünceleri olumlu yönde geliştirilebilir.

Araştırma; uygulama şekli ve veri toplama araçlarının kullanımı olarak Türkiye’de araştırmalar arasında ilk olabileceği düşünülmekte; Türkiye’deki matematik eğitimine yeni açılımlar sağlayacağı ve yeni öğretim yöntemlerinin uygulanmasına ışık tutacağı beklenmektedir.

### **1.5 Araştırma Soruları**

Araştırmada on temel soru ve bu soruların bir dizi alt sorularından olmak üzere çok sayıda soruya, nicel ve nitel yöntem ve tekniklerle uygun olarak yanıt aranmaya çalışılmıştır. Araştırmada hem nicel hem de nitel araştırma soruları bulunmaktadır.

Araştırmanın nicel alt problemleri ise aşağıda sıralanmıştır:



S1. Model oluşturma etkinlikleri ortaöğretim 11. sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematiğe yönelik tutumları üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmakta mıdır?

S2. Model oluşturma etkinlikleri ortaöğretim 11. sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematiğe karşı olan inançları üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmakta mıdır?

S3. Model oluşturma etkinlikleri ortaöğretim 11. sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematiğe karşı olan kaygıları üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmakta mıdır?

S4. Model oluşturma etkinlikleri ortaöğretim 11. sınıf fen lisesi öğrencilerinin bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutumları üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmakta mıdır?

S5. Model oluşturma etkinlikleri ortaöğretim 11. sınıf fen lisesi öğrencilerinin problem çözümede hesap makinesinin kullanımına yönelik düşünceleri üzerinde anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

Araştırmanın nitel alt problemleri şöyledir:

S6. Matematiksel modelleme ve uygulamalarına yönelik öğrencilerin düşünceleri nasıldır?

S7. Öğrenciler matematiksel modelleme sürecini nasıl görmektedirler?

S8. Öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerinin duyuşsal özelliklerine etkileri hakkında düşünceleri nedir?

S9. Öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerinin bilişsel özelliklerine etkileri hakkında düşünceleri nedir?

S10. Öğrenciler matematiksel modelleme etkinliklerinde teknolojinin kullanımını nasıl görmektedirler?

Araştırma sorularını ayrıntılı olarak inceleyebilmek için S1,S2,S3, S4 ve S5 için alt sorular S11,S12,S13,..., S51,S52,S53,S54 oluşturulmuştur. Sorulara ait alt sorular şunlardır:

S11: Kontrol grubu 11. sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematik tutum ön test puanlarıyla matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı deney grubu 11. sınıf

fen lisesi öğrencilerinin matematik tutum ön test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık var mıdır?

S<sub>12</sub>: Kontrol grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematik tutum ön test puanlarıyla matematik tutum son test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık var mıdır?

S<sub>13</sub>: Matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı deney grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematik tutum ön test puanlarıyla matematik tutum son test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık var mıdır?

S<sub>14</sub>: Kontrol grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematik tutum son test puanlarıyla matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı deney grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematik tutum son test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık var mıdır?

S<sub>21</sub>: Kontrol grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematik inanç ön test puanlarıyla matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı deney grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematik inanç ön test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık var mıdır?

S<sub>22</sub>: Kontrol grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematik inanç ön test puanlarıyla matematik inanç son test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık var mıdır?

S<sub>23</sub>: Matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı deney grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematik inanç ön test puanlarıyla matematik inanç son test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık var mıdır?

S<sub>24</sub>: Kontrol grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematik inanç son test puanlarıyla matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı deney grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematik inanç son test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık var mıdır?

S<sub>31</sub>: Kontrol grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematik kaygısı ön test puanlarıyla matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı deney grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematik kaygısı ön test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık var mıdır?

S32: Kontrol grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematik kaygısı ön test puanlarıyla matematik kaygısı son test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık var mıdır?

S33: Matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı deney grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematik inanç ön test puanlarıyla matematik kaygısı son test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık var mıdır?

S34: Kontrol grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematik inanç son test puanlarıyla matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı deney grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematik kaygısı son test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık var mıdır?

S41: Kontrol grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik ön test tutum puanlarıyla matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı deney grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum ön test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık var mıdır?

S42: Kontrol grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik ön test tutum puanlarıyla bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik son test tutum puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık var mıdır?

S43: Matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı deney grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik ön test tutum puanlarıyla bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik son test tutum puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık var mıdır?

S44: Kontrol grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik son test tutum puanlarıyla matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı deney grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum son test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık var mıdır?

S51: Kontrol grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin problem çözüme hesap makinesinin kullanımı ilişkin ön test puanlarıyla matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı deney grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin problem

çözmede hesap makinesinin kullanımına ilişkin görüşleri ön test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık var mıdır?

S52: Kontrol grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin problem çözmede hesap makinesinin kullanımı görüşleri test puanlarıyla problem çözmede hesap makinesinin kullanımına ilişkin görüşleri son test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık var mıdır?

S53: Matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı deney grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin problem çözmede hesap makinesinin kullanımına ilişkin görüşleri ön test puanlarıyla problem çözmede hesap makinesinin kullanımına ilişkin görüşleri son test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık var mıdır?

S54: Kontrol grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin problem çözmede hesap makinesinin kullanımına ilişkin görüşleri son test puanlarıyla matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı deney grubu 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin problem çözmede hesap makinesinin kullanımına ilişkin görüşleri son test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık var mıdır?

## 1.6 Varsayımlar

Bu araştırmanın varsayımları şunlardır:

- Araştırmaya katılan ortaöğretim öğrencilerinin ölçeklerin geliştirilmesi ve uygulanmasında, etkinliklere katılmasında kendi duygu ve düşüncelerini gerçek olarak yansıttıkları varsayılmıştır.
- Öğrencilerin son anketlerde yer alan soruları açık yüreklilikle ve içten yanıtladıkları varsayılmıştır.

## 1.7 Sınırlılıklar:

Bu araştırma, nicel ve nitel bir araştırma için yeterli katılımcı sayısına sahip olduğu düşünülen ve uzun zaman alan bir araştırmadır. Yapılan araştırma;

- Balıkesir ilinde bir Fen Lisesi'ndeki 11.sınıf öğrencileriyle,
- Uygulanan nicel ve nitel ölçme araçlarıyla,

- 9 haftası aktif uygulama, 3 haftası ise ölçme araçlarının uygulanmasıyla toplam 12 haftalık bir süre ve 2008-2009 eğitim-öğretim yılının bahar yarıyılıyla,
- Uygulamada kullanılan 8 etkinlikle,
- Uygulamada kullanılan bilgisayar yazılım programları ve bilimsel hesap makineleriyle, video kameralarla sınırlıdır.

## 1.8 Kısaltmalar

Çalışmada kullanılan kısaltmalar aşağıda gösterildiği gibidir.

|              |  |
|--------------|--|
| <b>HEMA</b>  | : Hesap Makinesi   |
| <b>ME</b>    | : Modelleme Etkinlikleri                                     |
| <b>Basit</b> | : Matematiksel Modelleme Sürecinin Basitleştirme Aşaması     |
| <b>Mat</b>   | : Matematiksel Modelleme Sürecinin Matematikleştirme Aşaması |
| <b>Trans</b> | : Matematiksel Modelleme Sürecinin Transformasyon Aşaması    |
| <b>Yorum</b> | : Matematiksel Modelleme Sürecinin Yorumlama Aşaması         |
| <b>Geçer</b> | : Matematiksel Modelleme Sürecinin Geçerlilik Aşaması        |

## 1.9 Araştırmanın Bölümleri

Yapılan tez çalışması 6 bölümden oluşmaktadır. Bölümler sırası ile 1. Bölüm: Giriş, 2. Bölüm: Alanyazın Taraması ve Kuramsal Çerçeve, 3. Bölüm: Araştırmanın Yöntemi, 4. Bölüm: Bulgular ve Yorumlar, 5. Bölüm: Tartışma, 6. Bölüm: Sonuç ve önerilerdir. Bu bölümlerin tanıtımı aşağıda maddeler halinde kısaca yapılmıştır:

- **1. Bölüm:** Bu bölüm araştırma problemini, araştırma amacını, araştırmanın önemini, araştırma sorularını, araştırmanın ana ve alt soruları için geliştirilen hipotezleri, sayıltı ve sınırlılıkları içermektedir.

- **2. Bölüm:** Model, modelleme ve matematiksel modelleme konusundaki teorik bilgiler, model ve modellemeye bakış açısı, model oluşturma etkinlikleri,

modelleme ve uygulamaları, matematiksel modelleme süreci ve modellemenin öğretimi için tartışmalar, model oluşturma etkinlikleri, ilkeleri, matematik eğitimi ve duyuşsal alan, matematik eğitimi ve biliş, matematik eğitimi ve teknoloji, matematiksel modelleme ve duyuş, matematiksel modelleme ve biliş, matematiksel modelleme ve teknolojinin kullanımı ve araştırma ile ilgili alanyazın taraması sonuçları ve araştırmanın teorik alt yapısı bu bölümde verilmiştir.

- **3. Bölüm:** Araştırma yönteminin açıklandığı bölümde veri toplama araçları, evren ve örneklem, pilot çalışma, verilerin toplanması ve verilerin analizine yer verilmiştir.

- **4. Bölüm:** Bu bölümde veri toplama araçları ile elde edilen bulgular sunulmuştur. Elde edilen bulguların yorumlanması bu bölüm içinde ele alınmıştır.

- **5. Bölüm:** Araştırmanın bulgularından yola çıkarak elde edilen yorumlar yardımıyla tartışmanın sunulduğu bölümdür.

- **6. Bölüm:** Belirtilen yöntemlerle kullanılan veri toplama araçlarıyla ulaşılan bulgular ışığında sonuç ve önerilerin sunulduğu bölümdür.

## **2. ALANYAZIN TARAMASI VE KURAMSAL ÇERÇEVE**

Araştırmanın bu kısmında matematiksel model ve modellemeye bakış açısını ele alarak tanıtılmaya çalışılmış, matematik öğrenmede ve matematiğin öğretiminde bu bakış açısının önemi sunulmuştur. Araştırmada, ortaöğretim fen lisesi 11.sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme etkinliklerinin; onların duyuşsal özelliklerine (matematiğe karşı tutum, matematik kaygısı ve matematiksel inançları) ve matematiksel modellemeye karşı tutumlarına, problem çözme gibi bilişsel özelliklerine, bilgisayar kullanımına karşı tutumlarına, problem çözmeye hesap makinelerinin kullanımına yönelik görüşlerine etkisi araştırılmıştır. Aşağıda verilecek alanyazınla, bu çalışmanın teorik alt yapısı, modeller ve modelleme bakış açısıyla ilgili tüm durumlar ele alınmış, bugüne kadar yapılmış olan araştırmalar ve araştırmaların sonuçları verilmiştir.

Alanyazın altı farklı alt bölüme ayrılmıştır. Bu bölümler model ve modelleme hakkında genel bilgiler, matematiksel modelleme ve matematik programları, matematiksel modelleme ve duyuş, matematiksel modelleme ve biliş, matematiksel modelleme ve teknoloji kullanımı, ilgili araştırmalardır.

### **2.1 Matematiksel Modelleme ve Matematiksel Modelleme Hakkında Genel Bilgiler**

Bu başlık altında model ve modelleme kavramı, model ve modellemeye bakış açısı, matematiksel modelleme ve uygulamaları, matematiksel modelleme süreci, modellemenin öğretimi için tartışmalar, modellemenin gelişim aşamaları, modelleme etkinliklerinin (ME), modelleme etkinliklerini tasarlamak için ilkeler başlıkları altında matematiksel modelleme hakkındaki genel bilgilere yer verilecektir.

### 2.1.1. Model ve Modelleme

Modelle ilgili alanyazında çok sayıda model tanımı bulunmaktadır. Bunlardan bir kısmı şu şekildedir:

Model, öğeleri (bileşenleri), ilişkileri, işlemleri, etkileşimleri yöneten kuralları içeren; gerçekçi sistemleri açıklamak için kullanılan kavramsal yapılardır [23]. Model, soyutlamanın, basitleştirmenin ve çıkarımlar (Omissions) yardımıyla yapılandırılan gerçekliğin bir sunumudur [24,s.37]. Bir model, öğelerin birleşmesinden, aralarındaki ilişkilerden, birbirleriyle karşılıklı etkileşimlerinden oluşan işlemleri ve işlemlere yönelik örüntü ve kuralları içeren bir sistemdir [25] .

Modeller; bazı bilinen sistemlerin davranışlarını tanımlamak, açıklamak veya tahmin etmekte kullanılabilen kurallar, ilişkiler, işlemler ve unsurlar sistemidir [26,s.112]. Modeller; yazılı sembolleri, konuşulan dilleri, bilgisayar destekli grafikleri, kâğıt üstünde olan diyagram veya grafikleri, deneyime dayalı benzetmeleri içerebilen karşılıklı etkileşim halinde olan çeşitli temsili araçları kullanarak genellikle ifade eğilimi olan kavramsal sistemlerdir. Amaçları diğer sistemleri yapılandırmak, tanımlamak ve açıklamaktır [27].

Gerçek dünyayla matematik dünyası arasındaki bağlantıyı modeller sağlamaktadır [28]. Ancak gerçek hayat durumlarının matematiksel sunumları olmalarına rağmen sembolik açıklamalara ve denklemlere ihtiyaç duymazlar.

Modeller 2 öğeyi içerir:

- (a) Problem çözme durumuna atfedilen ilgili matematiksel nesnelere, ilişkileri, eylemleri, örüntüleri ve düzenlemeleri tanımlamak ve açıklamak için bir kavramsal sistemi.
- (b) Açıkça kabul edilen hedefleri başarabilmek için kullanışlı yapıları, manipülasyonları veya tahminleri oluşturan birbiriyle ilişkili işlemleri [27].

İki tür modelin varlığından söz edilebilir: Biri davranışı tahmin etmeyi , diğeri ise davranışı anlamayı amaçlamaktadır. İlk model durumu için, göz önüne alınan alan üzerindeki kabul edilebilir hassaslık derecesi, ilgili davranışın genel şeklini tanımlamadan daha önemlidir. Oysaki ikinci model durumunda davranışın



genel şeklini, olgusunu ve onun altında yatan süreçleri tanımlamak önemlidir ve tahmin etmek içindir [29].

Genel anlamda bilgi, modelleme süreci yardımıyla geliştirilmektedir. Geliştirilen bilgi ve kavramsal araçlar yerleşik bilişin örnekleridir. Modeller, oluşturuldukları ve nitelendirildikleri durumlarla şekillenmekte ve gelişmektedir. Gelişme kavrama ve soyutlamalar etrafında olduğu kadar edinilen deneyimler etrafında da düzenlenmektedir. Modeller ve altında gelişen kavramsal sistemler sık sık genellenebilir düşünme yolları sunar [30].

Modeller, genellikle konu alanlarının ders kitaplarından veya disiplinlerinden alınan kavramlar ve kavramsal sistemler üzerine inşa edilirler. İkinci olarak modeller genellikle etkileşimli temsili ortamların bir çeşidini kullanma olarak yorumlanırlar. Bu ortamların her biri kavramların ve kavramsal sistemlerin temelini oluşturan farklı anlamları vurgular veya vurgulamaz. Üçüncü olarak, modeller verilen problem durumuyla ilgilidir. Çoğu ilişkili yapılar ve kavramsal sistemler, gelişimin ara aşamalarıdır. Dördüncü olarak, model gelişimi genellikle problem durumlarındaki veya öğrenmedeki “verilenlerin” ve “hedeflerin” elenmesinin, düzenlenmesinin ve yorumlanmasının farklı yönlerini içeren bir dizi tasarlama döngülerini kapsar. Verilen bir modelin (veya kavramsalın) ilk durumları daha az gözden geçirilmeye ve çok daha az karmaşık ilişkisel/düzenlenmiş sistemlere bağlı olmaya meyillidir [31].

Modeller üç değişik amaçla kullanılabilir:

- Öğrencinin yeni kavram ve ilişkileri geliştirmesi amacıyla,
- Öğrencinin kavramlar ve semboller arasındaki ilişkiyi kurmasına yardımcı olmak amacıyla,
- Öğrencinin anlama düzeyini ölçmek amacıyla [32,s.21].

### **2.1.2. Model ve Modelleme Bakış Açısı**

“Modeller ve modelleme (M&M)” model oluşturma etkinliklerinin kullanımını ve tasarlanmasını desteklemek için yakın zamanda geliştirilen teorik bakış açısına verilen isimdir. Bununla birlikte alanyazında model ve modelleme bakış açısını işaret eden tek bir kullanımına yönelik eğilimde bulunmaktadır [33].

Model ve modelleme bakış açıları şöyledir: Sayıları az olan zeki öğrencilere, öğretmenler rehberlik etse de öğrencilerin matematiksel kavramları geliştirebilme yeteneğine sahip olabileceklerini kabul etmez. Eğer öğretimin amacı, bir öğrencinin matematiksel sistemler hakkında oluşturduğu düşünme tarzlarında önemli değişimler elde etmekse, gerçek anlamda yapılacak tek iş, öğrencileri kavramsal değişimlere sevk etmek, sahip oldukları düşünce tarzlarını daha çok açıklayabilecekleri, sonra da denemeler yapabilecekleri en son da ret veya değişiklik oluşturabilecekleri durumların içine dâhil etmektir [31].

Model ve modelleme bakış açısı araştırması güçlü, paylaşılabilir, tekrar kullanılabilir yapıların veya kavramsal sistemlerin önemli gelişimiyle sonuçlanan özel problem çözme durumlarının farkına varmaları için öğrencilerin geliştirdikleri modellerdeki model oluşturma etkinliklerinin örneklerini gösteren transkriptlerle doludur. Model oluşturma bakış açısı öğrencilere doğal olarak ihtiyaç duydukları matematiği geliştirmelerine izin verir. Genel anlamda, model ve modelleme bakış açıları sosyo-kültürel teorilerle yerleşik bilişsel teorilerin her ikisiyle de ilişkili benzer durumları vurgular. Ancak bunu farklı bir bakış açısıyla yapar [34].

### **2.1.3. Matematiksel Modelleme ve Uygulamaları**

Modelleme terimi, gerçek bir olgunun bir modele özellikle de bir matematiksel modele geçişini gösterir. Önemli adımları: (1) Gerçeklikten modele geçiş, (2) Modelin analizi, (3) Geri olarak gerçekliğe geçiş [35].

Matematiksel modelleme, 1970'li yıllardan itibaren kapsamlı olarak gerçek yaşamda var olan problemlerin çözüm sürecini tanımlamak için kullanılan şemsiye bir terimdir [36]. Örneğin Burghes(1980)'e göre matematiksel modelleme matematiğin tüm uygulamalarıdır [37]. Matematiksel modellemenin oldukça uzun bir tarihi ve çoğu yükseköğretim dersinde belirgin özelliklere sahip olmasına rağmen, “matematiksel modelleme” teriminin, matematikçiler ve matematik eğitimcileri tarafından üzerinde anlaşılan tam bir tanımı yoktur [38]. Gerçekte, yıllar geçtikçe farklı görüş ve araştırma bakış açılarından doğan farklı yorumlar önerilmiş ve kullanılmıştır [39]. Matematiksel modelleme matematiğin tüm uygulamaları gibi düşünülürken, zaman içinde bir süreç olarak görülmüş ve tanımlamalar bu yönde yapılmıştır:

Bassanezi (1994) e göre matematiksel modelleme basit olarak matematiksel terimler içinde gerçek bir hayat problemini anlama(kavrama), basitleştirme ve çözme sürecidir [40]. Swetz ve Hartzler (1991), matematiksel modellemeyi bir olguyu gözleme, ilişkileri bağlantılandırma, uygun denklemleri uygulama ve çözme, sonuçları yorumlama olarak tanımladılar. Mason ve Davies (1991), matematiksel modellemeyi fiziksel bir durumdan matematiksel bir temsile taşıma olarak tanımladılar [39]. Legé (2003)'e göre ise, matematiksel modelleme, bazı şeyleri tahmin etmek veya ilave anlamlar kazanmak için matematiksel terimlerdeki gerçek yaşam durumlarını tanımlama sürecidir [41]. Bir problem durumundan bir matematiksel modele götüren sürece, matematiksel modelleme denir. Genel olarak kullanılan görüş ise matematiksel modellemenin yapılandırma, matematikleştirme, matematiksel olarak çalışma ve yorumlama/geçerliği sağlamadan oluşan bütün bir süreç olduğudur [42].

Matematiksel modellemenin geniş tanımı açık-uçlu problemleri çözme ve bu problemleri kurma, nicel görevleri gerçek problemlerle ilişkilendirme ve genel olarak uygulamalı problem çözme/bağdaştırmayı içine alır [43]. Öğrenciler bir modelleme problemi üzerinde çalışırken, en önemli hedef kullanışlı ve ilginç bir analiz ve rapor üretmektir, belirli bir matematiksel teknik üretmek değildir [44]. Modelleme durumlarının amaçlarından birisi de öğrencinin matematiksel olarak formüle etmeyi anlamasıdır. Buradaki başlıca güçlük, sistematik olarak problemle uğraşmaktır [45].

Genel olarak matematik ve fen alanlarında modellemenin kullanılma amaçları şöyledir:

(a) Modelleme hesaplama ve tündengelim süreçlerini de içermiş olsa bile aslında öncelikli amacı tanımlama, açıklama veya kavramsallaştırma. (Kavramsallaştırma, ölçme boyutlandırma düzenleme ve genel anlamda matematikleştirme bağlantılandırma)

(b) Modelleme karmaşık sistemleri anlamak (onlara anlam vermek için) veya onları tasarlamak için yapılır. Modellerde öğrenme ve öğretme açısından bilgi parçalarının vurgulanması önemlidir. Özellikle öğrencileri geleceğe yönelik alanlarda matematiği ve teknolojinin güçlü kullanıcıları olmalarını başarmaları için onları hazırlama [46] .

Matematiksel modeller, tanımladıkları yapıların yapısal özelliklerine odaklandıklarından diğer model kategorilerinden ayrılırlar. (Fiziksel biyolojik, sanatsal). Model geliştirme özellikle ölçmeyi, düzenlemeyi, sistematikleştirmeyi, boyutlandırmayı, örgütlemeyi, genel anlamda da modellenen sisteme bağlanan nesnelere, ilişkileri, işlemleri, örüntüleri, kuralları matematikleştirmeyi içerir. Sonuç olarak, etkili olarak kullanılışlı modellerin geliştirilmesi, tekrar eden deneme tanımlamalarının (yapılandırma, açıklamalar) sınındığı ve gözden geçirildiği bir dizi tekrar eden modelleme döngülerine ihtiyaç duyar [27] .

Modelleme ve uygulamaları birçok farklı öğeleri ve özellikleri içerir: açık-uçlu sorular, matematikleştirilmiş durumlar, simülasyonlar, sözel problemler ve nerede olursa olsun uygulamalı problem çözme durumları [43]. Matos (1998)'e göre, matematiksel modelleme, öğrencilerin fikirlere, problemlere, matematiksel ve matematiksel olmayan kavramlara anlamlar verdiği bir etkinlik gibi öğrenme konusunu incelemek için ümit vadeden bir alan olarak görünmektedir [43] Modelleme ve uygulamalarının dâhil edilmesi matematik öğrenme ve öğretmeye yönelik daha çok anlam vermeye katkı sağlar [2].

Matematiksel modelleme, genellikle iki sınıfa ayrılır: (1) Deneysel modellemede, modeller problemde verilen veya öğrenci tarafından toplanan verilere

göre uyarlanır. (2) Teorik modellemede, bir öğrenci modelde içerilen önemli özelliklere odaklanan teorik bir bakış açısından bir model geliştirir [46].

Skovsmose (1994), matematiksel modellemeyi iki farklı türde tanımlamıştır. Bu modellerin isimleri “işaret edilmiş modelleme” (pointed modeling) ve “genişletilmiş modelleme” (extended modeling). İşaret edilmiş modellemede problem formal bir dile dönüştürülür. Genişletilmiş modelleme özel bir problem durumunu tanımlamak için çok kullanılmaz ama teknolojik bir süreç için genel bir kaynak sağlar. Matematik yorumladığımız kavramsal çerçevenin ve kendi modern dünyamızın gerçekliğinin bir parçası haline gelir. Günlük hayatımızdaki yaşamlarımız matematiksel olarak yapılandırılır. Uzaklığı, yeri, zamanı ve bunun gibi şeyleri nasıl ölçtüğümüz gibi, işaret edilmiş bir model, gerçekliğin özel bazı yorumlamalarına dayandırılmalıdır [47].

Galbraith (1999), gibi yazarlara göre matematiksel modellemeyle matematiğin uygulamaları, matematik uygulamalarının matematik ve bağlamla ilişkili olmasına rağmen ayrılabilir, yani birbirlerinden farklıdır. Diğer bir ifadeyle verilen bazı bağlamlarda problemi çözmek için gerekli olan matematiği uyguladıktan sonra bağlama ihtiyaç duymayız. Bir modelleme görevi belirli bir problem veya olguyu araştırmaya odaklanmasıyla farklılaşır. Kullanılan matematik sadece problemi anlama ve çözme için bir araçtır. Galbraith, matematiksel modellemenin öğretiminin “yapılandırılmış” veya “açık” bir yaklaşımdan biriyle yapılabileceğine inanmaktadır. Yapılandırılmış modelde gerçek hayat bağlamı sağlanır, öğrencilerden problemi çözmek için uygun matematiği kullanmaları istenir. Modelin formüle edilmesi beklenmez. Ancak gerçek hayata ait verilerle veya verilen bilgiyle matematik arasında önemli bağlantılar yapılmalıdır. Bu yaklaşım, öğrencilerin kullanacakları matematik üzerinde bazı kontrolleri yapmalarını sağlar. [48] . Çalışılan matematik ve gerçek veriler arasındaki temel ilişkileri akılda tutarken, model formüle etmedeki bazı meydan okuyucu durumları ortadan kaldırır. Yapılandırılmış modelleme bağlamları, sık sık belirli bir bilinmeyi bulmak için durumlara sahip olacaktır ve sonuç olarak öğrencilerin teknoloji kullanımı bir cevabı bulmada veya sağlama yapmada sınırlandırılabilir [49] . Açık modellemede, meydan okuyan durum verilen bilgilere dayandırılan bir modeli formüle etmek ve bağlamın

bazı matematiksel temsillerini geliştirmektir. Bu durumda öğrenciler, belli bir düzeyde problemi ve matematiği uygulamaya ihtiyaç duyacaklardır. Problemi özme girişimlerinde rahattırlar. Bu öğrenciler tarafından seçilen matematik üzerinde öğretmenin kontrolünün olmadığı anlamına gelir. [39] .Açık modellemede bulunan zorluk, belirli bir bağlam için matematiksel yapının gelişimine izin veren modeli formüle etmedir. Açık modellemenin temel aşamaları şunlardır:

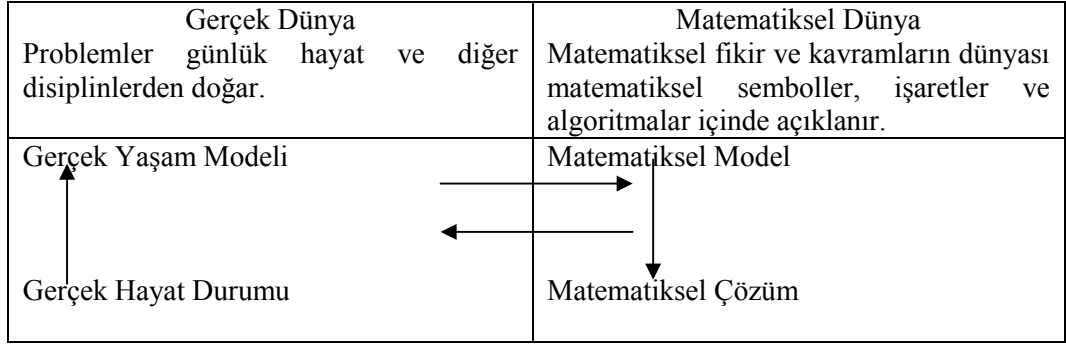
- (i) Problem gerçek yaşam terimleri içindedir, bu durum hiçbir surette kesin matematik içermez.
- (ii) Bir matematiksel problem gibi formül, modelleyici tarafından sağlanmalıdır.
- (iii) özüm gerçek yaşam verileri ve matematiksel işlemin bir bütünlüşmesini içerir.
- (iv) Sonuç, kontrol etmeye ve diğer gerçek yaşam verilerinde kullanmaya uygun olmalıdır [49] .

Matematiksel modelleme üç önemli değişkeni içerir; (1) yararlı olan nicelik değişmelerinin ve miktarlarının doğasını, (2) yararlı sistemlerin (veya modellerin) yaratılmasını sağlayacak şartlar ve çevrenin kullanımını ve (3) benzeri modellerin genellenebilen durumlarda gelişimi ve sadeleştirilmesini (basitleştirilmesini) [50] .

#### **2.1.4. Matematiksel Modelleme Süreci**

Matematiksel modelleme, matematiksel bir temsil gibi gerçek hayatta bazı olay ve olguları karakterize etmeyi ( nitelemeyi) amaçlayan bir süreçtir. Matematiksel modelleme, öğrenenlerin modeli kendilerinin oluşturması ve yapılandırmasını gerektirir. Matematiksel modelleme çok fazla uygulamalı ve zihinsel bir deneyimdir [51].

Gerçek hayattaki problem durumlarını çözmek için matematiğin kullanımı, diğer bir deyişle matematiksel modelleme genel olarak birçok basamağı içeren karmaşık bir süreç olarak düşünülür [52] . Modelleme süreci doğrusal bir etkinlik değil; döngüsel bir etkinliktir. [53,54] . Matematiksel modellemenin temel döngüsü aşağdaki şekil 2.1'den daha iyi görülebilir:



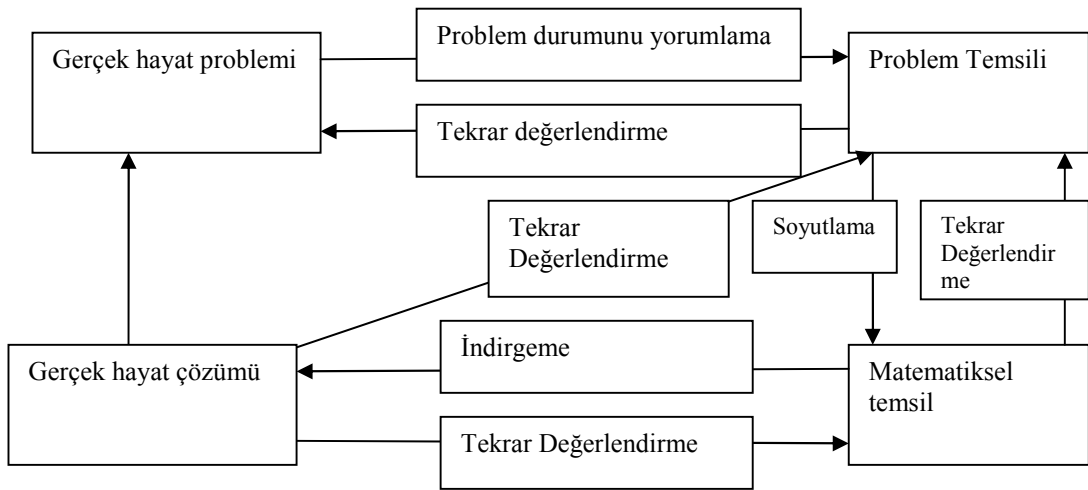
**Şekil 2.1 Matematiksel Modelleme Süreci [51]**

Yukarıdaki şekilden de görülebileceği gibi, “Bir problem durumundan bir matematiksel modele götüren sürece, matematiksel modelleme denir.”[42] . Matematiksel modelleme, diğer bir deyişle gerçek hayattan matematiğe geçiş sürecidir [55] . Modelleme süreçleri, gerçek yaşam problemlerini çözmek için öğrencilerin geliştirdiği ve süreç boyunca çabalarıyla gerçekleşen süreçlerdir [23] .

Uygulamalı problem çözme süreci çeşitli uygulamalı bir problemin çözümündeki süreçleri içerir. Bu sürecin başlangıç noktası gerçek hayat durumudur. Birinci adımda problemi çözen tarafından durum basitleştirilmeli, idealize edilmeli, yapılandırılmalı ve daha doğru (tam) hale getirilmelidir, özellikle de uygun durumları ve varsayımları formüle ederek olmalıdır. Sürecin birinci adımı problemi çözenin ilgilerine ve amaçlarına bağlı olarak gerçekliğin bir kısmını oluşturur ve yapılandırır. İkinci adımda gerçek model matematikleştirilmelidir, yani verileri, kavramları, ilişkileri, şartları ve varsayımları matematiğe aktarılmalıdır. Böylece özgün durumun matematiksel bir modeliyle sonuçlanır. Bazen matematikleştirme, modelleme, problem çözenin kavramları (fikirleri) eş anlamlı olarak kullanılır. Modelleme süreci, veya model inşa etme ikinci adımdan olduğu kadar birinci adımdan da oluşur. Problem çözme tanımlanan bütün bir süreçtir, modelleme ise sadece bir kısımdır. Bu süreç uygun matematiksel yöntemlerin seçildiği ve matematik içinde kullanıldığı üçüncü süreçle devam eder. Kesin matematiksel sonuçlar elde edilmektedir. Dördüncü adımda, bu sonuçlar gerçek yaşama tekrar aktarılır, yani orijinal durum

veya gerçek modelle ilişkili olarak yorum yapılır. Böyle yapılarak, problemi çözen matematiksel modeli geçerli kılar [ 2].

Matematiksel modellemeye öğrencileri dahil etmek için model oluşturma etkinlikleri olarak bilinen karmaşık, gerçekçi durumları gösteren problemler matematiksel düşüncelerini ifade etme, test etme ve belirginleştirerek matematiksel modelleri geliştirmeye ihtiyaç duyma öğrencilerin yüzleşmesi için kullanılabilir. Aynı zamanda modelleme sürecinde iç kavramsal temsiller formunda ele alınırken, grafik ve tablo gibi dışsal temsiller olarak da görülebilirler. Bu temsili sistemler, birbirine bağlı, birbirleriyle etkileşimli, birbirleriyle örtüşen sistemler olarak görülebilir [56]. Yukarıdaki şekilde gösterilen modelleme sürecinin daha geniş kapsamı aşağıdaki Şekil 2.2’de görülebilir:



**Şekil 2.2 Genel Modelleme Süreci [56]**

‘Gerçek yaşam’ ile kastedilen her şey doğaya, topluma ve kültüre uygun olmalıdır, okul ve üniversite konularını veya matematikten farklı bilimsel ve bilgiyle ilgili bilim dallarını içerdiği kadar günlük hayatı da içermelidir. Gerçek yaşamla arasında karşılıklı karmaşık etkileşimin bir tanımı için amaç için geliştirilmiş iyi bilinen temel (basit) modellerin birini kullanabiliriz. Başlangıç noktası, gerçek yaşamdaki normal olarak belirli (kesin) bir durumdur. Problemi çözenin bilgi ve ilgilerine göre, bir problemin formüle edilmesine ve durumun gerçek bir modeline yönelik olarak, belirli durumun önce basitleştirilmesi, sonra yapılandırılması ve daha



sonra da daha doğru (tam) hale getirilmesidir. Buradaki problem geniş anlamada kullanılmakta, sadece uygulama problemlerini içermemekte aynı zamanda tanımlama, açıklama ve anlamayı doğal olarak amaçlayan veya neredeyse yaşamın kısımlarını tasarlayan daha zihinsel bir doğanın problemlerini de içerir. Eğer mümkünse bir kişinin idaresinde gerçek durum hakkında daha çok bilgi sağlamak için gerçek veriler toplanır. Eğer olanaklı ve yeterliyse, aklımızda hala gerçek yaşamın bir parçası olarak bulunan bu gerçek model, matematikleştirilir. Yani matematiksel model, özgün durumun bir matematiksel modeliyle sonuçlanması için durumun içindeki nesnelere, verilerin, ilişkilerin ve şartların matematiğe transfer edilmesidir. Şimdi matematiksel sonuçlar elde etmek için, matematiksel yöntemler işe koşulabilir. Bu durum gerçek yaşama tekrar transfer etme olmalıdır. Yani özgün duruma yönelik ilişki (bağlantı) içinde yorumlamadır. Aynı zamanda problemi çözen matematiksel sonuçların yorumlanmasıyla elde edilen problem çözümünün kendi amaçlarına için uygun ve makul olup olmadığını denetlemek için modelin geçerliğini sağlar. Eğer gerekirse, tüm süreç değiştirilmiş veya tamamen farklı bir modelle tekrarlanmalıdır. Sonuçta, özgün gerçek yaşam probleminin elde edilen çözümü, açıklanır ve tartışılır (fikir alış-verişinde)-bulunur. Bir problem durumundan bir matematiksel modele götüren sürece, matematiksel modelleme denir. Genel olarak kullanılan görüş ise matematiksel modellemenin yapılandırma, matematikleştirme, matematiksel olarak çalışma ve yorumlama/geçerliği sağlamadan oluşan bütün bir süreç olduğudur [42].

Matematiksel modelleme, gerçek hayat problemlerinin sırasıyla altı aşamadan geçerek soyutlandığı, matematikleştirildiği, çözüldüğü ve değerlendirildiği bir döngüsel süreç olarak tanımlanabilir ve açıklanabilir [43].

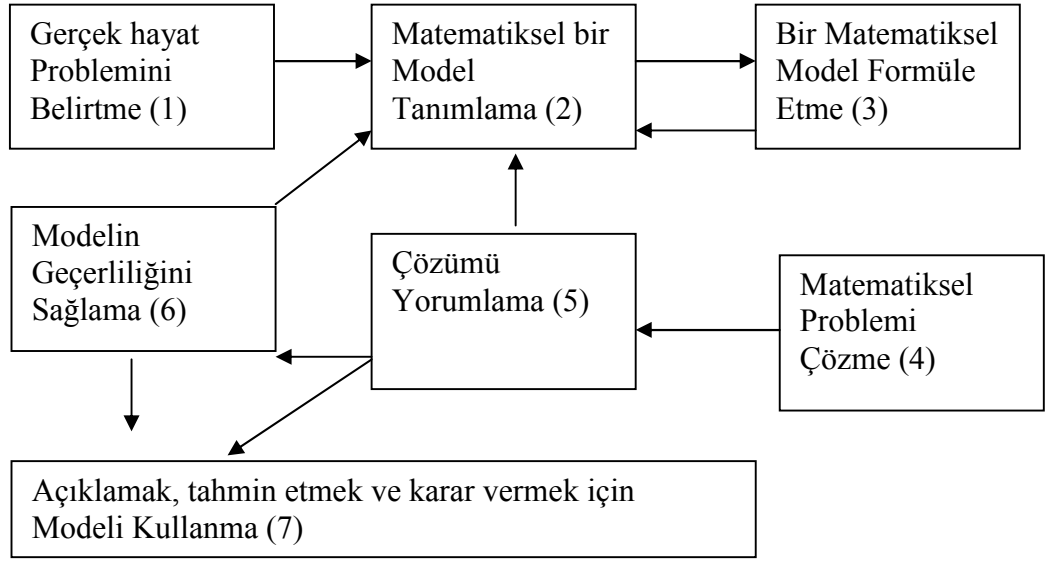
Matematiksel modelleme birbirini takip eden şu adımları içerir:

- 1) Durumsal bir modele yönlendiren problem durumunu anlama ve tanımlama;
- 2) Durumda yer alan ilişkili elementlerin, ilişkilerin ve durumların matematiksel bir modelini yapılandırma veya matematikleştirme;
- 3) Bazı matematiksel sonuç veya sonuçları almak için disipline edilmiş yöntemleri kullanarak matematiksel modelleme yardımıyla çalışma;

- 4) Orijinal problem durumuyla ilgili olan hesaplamaya dayalı çalışmanın sonucunu değerlendirme;
- 5) Yorumlanan matematiksel sonuç modellemeyi yapan kişinin amacına uygun mantıklıysa model kontrol edilerek model veya modellemenin geçerliliğini belirleme ve değerlendirme;
- 6) Orijinal gerçek yaşam probleminin geçerli bulunan çözümünü ifade etme ve anlatma [ 52] .

Özetle bu aşamalar: gerçek hayat problemi durumu, bir modeli formüle etme, matematiksel çözüm, çözümleri yorumlama, bir çözümü değerlendirme ve gerçek hayat problemi durumunu tekrar göz önüne almadan ve döngüyü tekrar etmeden önce modeli rafine etme. Yedinci bir aşama şunu içerir: beşinci aşamadan sonra uygun bir rapor yazımı [ 43] .

Döngüsel süreçte matematiksel modelleme sürecinin ilk aşaması matematiksel terimlerle verilen bir gerçek hayat probleminin formüle edilmesidir. Yani, matematiksel bir modelin yapısı bu değişkenlerle ilişkili durum ve denklemleri tanımlayan değişkenlerden oluşur. Ardından, gerçek hayat problemi olarak analiz edilecek ve belki çözülecek bir matematiksel probleme dönüştürülür. Sonunda elde edilen matematiksel sonuçlar orijinal olarak kurulmuş soruyu cevaplamak için bir denemedeki orijinal gerçek hayat problemi bağlamında sunulur [57] . Modellemenin temel aşamaları aşağıdaki Şekil 2.3'de görülebilir.



**Şekil 2.3 Modellemede temel aşamalar [57, s.209]**

Şekil 2.3. de sol taraftaki sütun gerçek hayatı temsil eder, sağ taraftaki sütun matematiksel modellemeyi temsil eder ve ortadaki sütun bu ikisi arasındaki bağı temsil eder. Ortadaki sütunda problem basitleştirilir ve formüle edilir ve ardından da elde edilen matematiksel sonuçlar orijinal gerçek hayat durumlarındaki anlamlı terimlere dönüştürülür. Doğru bir modelleme sürecinde bir kişi sırasıyla 1. aşamadan 7. aşamaya kadar gidebilir. Ancak matematiksel modelleme daima doğrusal değildir. Özellikle de gerçek sonuçların elde edilmesi umulduğu zaman.

Orijinal olarak tanımlanan model gerçekçi olmak için çok basitse, matematiksel sonuçlar geçerli gerçek yaşam sonuçlarına dönüştürülemeyebilirler. Bu durumda bir kişi aşama 6'dan aşama 2'ye dönmek zorunda kalabilir ve daha ileri bir model kullanarak süreci tekrar eder. Çoğu durumda özellikle sosyal bilimlerde aşama 6 olan geçerlik adımını tamamlamak hiç de kolay değildir ve bir kişi basit olarak aşama 5'ten aşama 7'ye ilerleyebilir. Diğer durumlarda matematiksel model kolay kontrol edilemeyen bir matematiğe sahip ileri bir modelse bir kişi aşama 2'ye dönebilmelidir ve uygun bir matematiksel modele ulaşmak için modeli basitleştirmelidir. Ama ardından 6. aşama olan geçerlik aşaması doğru gerçek hayat sonuçlarını vermek için şimdiki modelin çok basit olduğunu ifade eder. Bundan

dolayı fiziksel olarak gerçekliğin ne olduğu ile matematiksel olarak mümkün olan arasında kaçınılmaz bir değiş-tokuş vardır. Gerçeklikle uygulama arasındaki bu ayrılığı yeterli derecede birleştiren bir modelin yapısı süreçteki en can alıcı ve hassas adımdır [17]

Eğer bir problem karmaşıkça matematiksel modelleme uzun sürebilir. Süreç sıkıcı olabilmesine rağmen, özellikle öğrenciler çözümü yorumladıklarından öğrencilere değerli beceriler ve deneyimler sağlar. Öğrencilerden sık sık matematik problemlerini çözmeleri istense de nadiren çözümleri yorumlamaya veya açıklamaya ihtiyaç duyarlar. Seçilen alanlarda daha fazla becerilerin kazanım parçası olarak matematiksel modelleme projelerine girişmeleri için onları motive etmek önemlidir [58].

### **2.1.5 Modellemenin Öğretimi İçin Tartışmalar**

Niss (1989), uygulamaların ve modellemenin programda niçin yer alması gerektiğine dair çeşitli tartışmalar sunmuştur [59]. Blum ve Niss (1989) beş tartışma konusu belirlemişlerdir. Bunlar şekilsellik (formative), eleştirelilik (critical), uygulanabilirlik (practical), kültürelilik (cultural) ve araçsallık (instrumental) tartışmalardır [60, s.5]. Niss (1989) bu tartışmaları açıklamış uygulamalar ve modellemenin matematik programının bir parçası olduğunu vurgulamıştır [59, s.23-24]

Niss (1989) modellemenin kullanımına ilişkin aşağıdaki sonuçlara ulaşmıştır:

- 1) Öğrencilerin yaratıcılık ve problem çözme tutumlarını, etkinlikleri ve yeterliliklerini geliştirmek.
- 2) Öğrencilerde eleştirel bir potansiyel oluşturma, geliştirme ve nitelendirmek.
- 3) Öğrencileri diğer öğretim konularında, özel bireyler veya vatandaşlar olarak şimdi veya gelecekte veya da mesleki yaşamlarında uygulamayı veya modellemeyi uygulayabilmeleri için hazırlamak.

- 4) Matematiğin temsili ve dengelenmiş bir resmini, onun karakterini ve dünyadaki rolünü kurgulamak. Böyle bir resim matematiğin köklü durumlarını kuşatmalıdır.
- 5) Öğrencilerin matematiksel kavramları, fikirleri yöntemleri, sonuçları ve konuları anlamalarına ve kazanmalarına yardımcı olmak için [59].

#### **2.1.5.1 Şekilsellik (Formative) Tartışması**

Şekilsel tartışma modellemeyi “açık zihinlilik ve kendine güvenme olduğu kadar ayrıntılı, açıklayıcı, yaratıcı ve problem çözme becerilerini geliştirmeye yönelik yönelme” [60,s.5] olarak görür. Bu tartışma bir konudaki yetenekleri inanışla ilişkilendirir görünür. Bu durumda matematik çok iyi bir şekilde transfer edilebilir ve diğer bağlamlarda ve alanlarda kullanılabilir. Şekilsel tartışma, eğer öğrencilerin anlayabilecekleri bir bağlamdaki gerçekçi problemlerle çalıştıklarında kendine güvenen araştırmacılar olabileceklerin ve aynı zamanda problem çözmeyi öğreneceklerini ileri sürer [61].

#### **2.1.5.2 Eleştirelilik (Critical) Tartışması**

Eleştirel tartışma öğrenciler arasında genel bir bakış açısı oluşturma hedefiyle ilgilidir. Öğrenciler, toplumun tüm kesimlerinde kullanılan matematiksel modellerin eleştirel olduğunu öğrenmelidirler. Eğer öğrencilerde matematiğin kullanımında eleştirel bir bakış açısı geliştirmek için onlara yardımcı olmayı dilersek, onlara matematiksel modelleme öğretmelidir. Eleştirel bir bakış açısı, toplumun kullandığı bu gibi modellerdeki yönlere veya özel bir modele karşı alınabilir. Matematiksel bir modelin bir eleştirisi matematiksel içeriği kullanan gerçeklikle ilgilidir. Önemli olarak matematiksel içeriğin dünyasındaki sorular da rol oynar.

Matematiksel modellemenin kullanımı için tartışmalar, öğrenciler arasında eleştirel bakış açısını geliştirmek için bir yoldur. Matematik, sosyal ve doğa bilimlerindeki çoğu farklı alanda kararlar verme ve planlama, uygulamadaki bir

yardım olarak ve toplumu paylaşan bir güç olarak görülür. Eleştirel bir bakış açısını uyarlayarak öğrenciler kullanılan ve kullanılmayan matematik yollarındaki kapalı kalan tahminleri çalışabilirler [61]

### **2.1.5.3 Uygulanabilirlik Tartışması ( Practical)**

Eğitim kendi kişisel yaşamlarında ve mesleki hayatlarında modeller oluşturan ve kullanan bireyler yetiştirmek olduğunda matematiksel modellemenin gerekliliği ortaya çıkar. Bu tartışma özellikle o öğretime ihtiyaç duyacak aday öğretmenler için uygundur. Uygulanabilirlik tartışması, matematik dışındaki çoğu farklı problemi çözmek için bir araç olarak kullanılabilir [61]

### **2.1.5.4 Kültürel (Culturel) Tartışma**

Kültürel tartışma tüm öğrencilerin matematiğin zenginliğini görmesi gerektiinden ortaya çıkar. Öğrenciler resmin bütünü görebilmelidirler. Resim matematiğin tüm gerekli durumlarını barındırmalıdır [61]

### **2.1.5.5 Araçsal (Instrumental) Tartışma**

Matematik öğretiminde matematiksel modellemenin kullanımı öğrencilerin matematik kavramlarını anlamalarına ve kazanmalarına yönelik onlara yardımcıdır [60, s.24]. Modellemenin amacı hem öğrencilere matematik çalıştırmak için onları motive etmek hem de matematiksel kavramların anlamına katkıda bulunmaktır. Tartışma öğrencilerin öğrenmesiyle ilişkilidir, model öğrencilerin bilgiyi yapılandırmasında somut bir örnek sağlayabilen eğitimsel bir araç olarak görülür. Somutlaştırmak için matematik öğrencilerin çalışmalarını önceki deneyimleriyle birleştirmelerini mümkün kılabilir ve böylece daha kolay olarak yeni bilgi yapılandırılabilir. Bir yanda modeller kullanılan kavramların anlaşılmasını

desteklerken bir yanda da gerçek hayat olgularını modellerken kavramsal anlama gereklidir [61].

### **2.1.6 Modellemenin Gelişim Aşamaları**

Modellemenin gelişimi, üç aşamaya bölünebilir. Model oluşturma (Model-eliciting), Model arama (keşfetme-model Exploration), Model- Uyum sağlama aşamalarıdır [62] .

Model- oluşturma aşamasında, öğrenciler açıkça problemi tanımlamalılardır, problemin özünü tanımlayarak gerçek modelleri biçimlendirmelidirler, grup çalışmaları yardımıyla problemi çözmek için tahminde bulunmalıdırlar. Problemi çözmek için çeşitli fikirler formüle edildiğinden, çoğu model her bir grup ve her bir öğrenci için yapılabilir. Geliştirilmiş modellerin, problemi çözmek için uygun olup olmadığının doğruluğu kanıtlanmalıdır. Kavram model, bu süreç yardımıyla geliştirilmiştir. Burada tanımlanan kavram modelleri, problemleri çözmek için kullanılabilmesine rağmen, onların temsilleri çeşitlidir ve anlamları farklı yorumlanabilir. Öğretmen, öğrencilerin bireysel düşüncelerine saygı göstererek her şeye açık bir ortam oluşturmalıdır, problemin çözümünü açığa vurmaya yerine kendilerinin problemi çözmek için modeller geliştirmelerine rehberlik edici bir rol oynaması gerekir [63].

Model keşfetme aşamasında, öğrenciler matematiksel modeli formüle eder, kendi matematiksel özelliklerine uygun olarak kendilerinin yapılandırdıkları modelleri eleştirel olarak analiz eder ve değerlendirirler. Öğrenciler bilgi dolu içeriği yapılandırır ve düzenler. Model-keşfetme aşamasında öğrenciler tarafından yönetilen bir matematiksel model çalışması başarılı bir şekilde bitirilebilirse, öğrenciler Model-Uyumsama aşamasında matematiksel modeli farklı durumlara transfer edebilirler. Bu aşamada, öğretmen öğrencilerin konuyu biraz olsun değiştirmeleri için onları yönlendirir ve “ eğer şöyle olsaydı ne olurdu....?” gibi bir strateji izler. Dahası, öğrenciler kendi modelleriyle problem kurmaya kendileri katılabilirler. Öğrencilere modelleri uygulayabilmelerine, geliştirmelerine izin

verilmelidir, aynı zamanda meydan okuyucu görevler yardımıyla modelleri kullanabilmelidirler [63].

**Tablo 2.1 Matematiksel Modellemenin Öğretimsel Modeli [63]**

| Matematiksel Modelleme Aşamaları   | Öğrenci Etkinliği  | Öğretmenin Rehberliği  |
|--|--|--|
| <p>Model Oluşturma Aşaması</p> <p>Problem Durumu<br/> <br/>Gerçek Model<br/> <br/>Model 1<br/>Model 2<br/>.....<br/>.....<br/> <br/>Kavramsal Model 1<br/>Kavramsal Model 2<br/>.....<br/>.....</p> <p style="text-align: center;">↓</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlama <ul style="list-style-type: none"> <li>- Amacı Tanımlama</li> <li>- Bilgiyi Oluşturma ve Veri Arama</li> </ul> </li> <li>• Tahmin <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fikri Formüle Etme</li> <li>- Yaklaşımları Çeşitlendirme</li> </ul> </li> <li>• Doğrulama <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bir Model Üzerinde Özel Bir Fikir Birliği Sağlama</li> <li>- Modelleri Sıralama</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grup Tartışması <ul style="list-style-type: none"> <li>- Her şeye Açık Bir Ortam Sağlama</li> <li>- Bireysel Düşüncelere Saygı Gösterme</li> <li>- Çözümü Değil Rehberliği Sağlama</li> <li>- Daha Büyük Tartışma Grupları Oluşturma</li> </ul> </li> </ul> |
| <p>Model Keşfetme Aşaması</p> <p>Matematiksel Model</p> <p style="text-align: center;">↓</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temsili Rafine Etme</li> <li>- Formüle Etme</li> <li>- Genelleştirme</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kavramları Açıklama <ul style="list-style-type: none"> <li>- Çevreyi Kurallarla ve Düzenle Çevreleme</li> <li>- Öğrenme İçeriğini Açıklama</li> </ul> </li> </ul>   |
| <p>Model Uyumsama Aşaması</p> <p>Yeni Problem</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Problemin Yöntemini ve Konuyu Bulma</li> <li>- Bilineni, Bilinmeyeni ve Sınırlılığını Bulma</li> <li>- Eğer Şöyle Olursa Ne olur? Sorusunu Sorma.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grup Tartışması <ul style="list-style-type: none"> <li>- Yeni Düşüncelere Teşvik Etme</li> <li>- Meydan Okuyucu Görev Verme</li> </ul> </li> </ul>  |

Modelleme etkinlikleri son yıllarda kullanılmaya başlanan bir kavramdır. Modelleme etkinliklerinin gelişimi ve süreci aşağıda verilmiştir.

### 2.1.7 Modelleme Etkinlikleri (ME)

Modelleme etkinlikleri, matematik eğitimcileri tarafından ilk olarak 1970'li yılların ortalarında oluşturuldu [64, 65]. Modelleme etkinliklerinin iki hedefi vardı: Bunlardan ilki modelleme etkinlikleri gerçek yaşamda sadece uygulamalı



matematikçilerin yaptığı gibi karmaşık problemleri çözmek için matematiksel modelleri geliştirmelerine yönelik öğrencileri cesaretlendirmektir [23]. İkinci modelleme etkinlikleri, öğrencilerin matematiksel düşüncelerini araştırmalarını araştırmacılara sağlamak için tasarlanmıştır ve NCTM tarafından bir görev olarak addedildi [20,66].

Modelleme etkinliği, öğrencilerin anlamlı durumların farkına vardığı ve kendi matematiksel yapılarını buldukları, genişlettikleri ve belirginleştirdikleri özel eğitimsel desen ilkelerinin kullanımıyla yapılandırılan bir problem çözme etkinliği olarak tanımlanabilir. Yani, geleneksel problem çözmenin hedefi verilen bir işlemle bilgiyi işlemekken, model oluşturma ise sürecin kendisidir. Bu sürecin amacı öğrenciler için orijinal problemi çözme yardımıyla kendi modellerini elde etmeleri ve onu yeni bir probleme uygulamalarıdır [34]. Modelleme etkinlikleri boyunca öğrencilerin matematiksel çözümlerini keşfetmelerine sebep olan durumları tahmin etmemiz, onların durumsal muhakemelerine, matematikleştirmelerine, yorumlama yapmalarına ve iletişim kurmalarına yararları olacaktır [67].

Modelleme etkinlikleri, 4-12. sınıftaki öğrencilerin kullanımı için tasarlanan matematiğe dayalı olan etkinliklerdir. 5.-8. sınıflar arasında özel olarak vurgulandığı gibi model oluşturma etkinliklerinin değeri matematik eğitimcileri tarafından en iyi uygulamalar olması için alınan kararların yerine getirilmesi eğitimcilere yardımcı olmasıdır. NCTM ilkeleri ve standartları dokümanında vurgulanan iki ilke gibi model oluşturma etkinlikleri iletişim ve problem çözmeyi besler [25].

Modelleme etkinlikleri (ME) açık uçlu ifadeleri içerir ve bireylerin ihtiyaçlarını göz önüne alan gerçek hayat problemlerinden oluşur. Öğrencilerin düşünce süreçleriyle ilişkilendirilen ME genelebilir matematiksel işlemlerdir. 3 veya 4 kişilik gruplarda çalışan öğrenciler matematiksel modellerini açıklarlar, örnek verileri kullanarak modellerini test ederler ve ihtiyaçları karşılamak için modellerini gözden geçirirler. [68]. Bir ME'nde problem çözme oturumu boyunca öğrenciler gerçek durum hakkında bilgilendirilirler. Daha sonra öğrenciler problem durumu hakkında düşünmeye ve matematiksel anlamalarını tamamlamak için bilgilerini organize etmeye başlarlar [68,69]. Problem durumu öğrencileri görevleriyle ilgili

bilgilendirir. Öğrenciler bir eylem planı hazırlayarak problem durumunu değerlendirirler. Problem çözme oturumuna katılan öğrenciler kullanışlı olacak işlem ve algoritmaları oluştururlar çözümlerini tekrar tekrar test edip ve gözden geçirirler. [65].

Öğrenciler gruplar halinde çalışırlar. Çalışmalarının nedenleri:

1) Problemin çözümünde bir zaman sınırlamasının olması. Gruptaki bireyler probleme farklı bakış açılarıyla yaklaşırlar, kısa zamanda daha iyi çözümler geliştirirler [70].

2) Problemi çözen kişilerin farklı deneyimlere sahip olması bir sinerji oluşturur [71].

Modelleme etkinlikleri öğrencinin ve öğretmenin;

1-)Gerçek yaşantısını tarif eden bir model geliştirmesine;

2-)Problem çözecek kişiyi, düşüncelerini ifade etmesi, yeniden gözden geçirmesini, tasfiye etmesi için cesaretlendirmesini;

3-)Kavramsal sistemlerin açıklanmasında görsel ortamın kullanımını desteklemesini gerektirir [52].

Modelleme etkinlikleri öğrenme durumlarına göre de tasarlanır. Çünkü model ortaya koyma çalışmaları, ilgili objeleri, ilişkileri, hareketleri, düzenlilikleri sayarak, değerlendirerek, koordine ederek, kategorize ederek matematikselleştirmeyi içerir. Örnek olarak, öğrenciler için tasarlanan model oluşturma etkinlikleri problemi çözenlere onlara verilen matematikle modelleştirilebilen gerçek hayat durumlarını ne yolla düşündüklerini ortaya çıkarmayı amaçlar. Bu etkinlikler yukarıda da bahsedildiği gibi 3-5 kişilik öğrenci grupları tarafından çözülebilecek gerçek hayat durumlarını kapsar. Öğrencilerin elde ettikleri çözümlerini destekleyen gerçek dünya sistemi davranışının en iyi seçenek olduğunu diğer kişilere ifade etmeleri ve açıklamaları, onların durumu hesaplamalarını ya da tahmin etmelerini gerektirir. Gerçek hayattaki gibi, sadece tek bir çözüm yoktur, problemi çözmek için uygun çözüm yolları vardır. Model oluşturma etkinlikleri öğrencileri matematik konularıyla ilgili tutmak için tasarlanır ve öğrencileri, onlara da anlamlı gelen, problemi çözmek için güçlü matematik fikirleri geliştirebileceği ihtiyacını anlayabilecekleri bir

durumun içine katar. Öğrencilere onlara sunulan gerçek hayat durumu tipini en iyi açıklayan, tahmin eden, hesaplayan bir matematik modeli geliştirme amacı verir. Böylece öğrenciler, matematik düşüncelerini, kendileri ve konuyla ilgili kişiler için yararlı ve anlamlı bir yapı geliştirene kadar gözden geçirebilecekleri bilimsel bir durumun içine zorla itilirler. Bu yolla model oluşturma etkinlikleri öğrencilere kendi düşünme ve öğrenme gelişimlerinde yol gösterir [52].

Modelleme etkinlikleri, bir modeli oluşturan problem çözme etkinlikleridir. Yani, öğrencilerin ürettikleri çözümler onlara çeşitli zamanlarda denemelerle ve düzeltmelerle ulaştıkları düşünme tarzlarını ifade etmelerini sağlar. Böylece, öğrencilerin ulaştıkları son çözümler sadece model geliştirmeyi içermez, aynı zamanda modellerin şekillendirdiği kavramsal sistemleri ve fikirlerin gelişimini de içerir.

Modelleme etkinliklerini tasarlamak için gerekli olan ilkelerin içerikleri şunlardır:

- (i) Öğrencilerin, durum hakkında son sahip oldukları durum hakkında düşünme tarzlarını gözden geçirmeyi, belirginleştirmeyi ihtiyaç olarak görecekları problem çözme etkinliklerinin içine katılmaları gerekir.
- (ii) Öğrenciler, çoğu kez çeşitli formlarda kendileri tarafından denenebilecek ve belirginleştirilebilecek anlamaların açıklamaları için cesaretlendirilmelidirler.
- (iii) Öğrencilerin geliştirdiği kavramsal araçların diğer kişilerle paylaşılabilir, özel durumların ötesinde de tekrar kullanılabilir olması beklenir [31] .

Yoon(2006), modelleme etkinliklerini üç aşamaya ayırmıştır:

*Isınma Aşaması*

Öğrencilerin problemi okudukları ve tartıştıkları aşamadır.

*Problemi Çözme Aşaması*

Öğrencilerin genellikle 3 kişilik gruplarda kurgulanan probleme çözüm aradıkları aşamadır.

*Sunum Aşaması*

Öğrencilerin çözümlerini yazılı ya da işitsel-görsel bir sunumda sundukları aşamadır [72,s.14-17].

Her bir modelleme etkinliği dört bölümden oluşur:

İlk iki bölüm problem bağlamında ve parametrelerce kurgulanır ve son 2 bölüm problemi sunar. Son iki bölüm, MOE'nin matematiğinin büyük bir kısmını oluşturur. Matematiksel modeli oluşturana kadar, matematiksel yaratıcılığı oluşturmak için öğrencilerin problemi çözmelerine yönelik kötü tanımlı bir problem oluşturur. Dördüncü kısımdaki yaratıcılık daha açık bir Şekilde görülebilir. Anekdotta bilgiye bağlı veriler, matematikte üstün yetenekli öğrencilerin mümkün olduğu kadar hızlı bir Şekilde problemi bitirmeleri için uğraşmalarını önerir. Genellikle çözümler çok az yaratıcıdır. Daha uzun sürede problemi tamamlayan öğrencilerin çözümleri özellikle daha yaratıcı görülebilir [25].

### **2.1.8 ME Oluşturmak İçin 6 İlkenin Tanımı**

Modelleme etkinliklerini eşsiz kılan özellikler vardır. Bu zellikler açıkça öğrencilerin açıklamak için onları cesaretlendiren ME tasarlama yoluna ve aynı zamanda da oluşturdukları, göz önüne aldıkları, gözden geçirdikleri ve reddettikleri çeşitli matematiksel modellere işaret eder. Çoğu matematiksel modelleme etkinliği sadece öğrencilerin son modellerini açıklamalarını sağlarken, ME aynı zamanda öğrencilerin önceki çözüm denemelerini gösteren aradaki matematiksel modelleri sağlayan eşsizliğe sahiptir. Tabi ki öğrencilerin model oluşturmadaki başarıları tasarlanan görevin arkasındaki faktörlere bağlıdır. Öğrenciler ME'yi ciddi bir Şekilde alırlar ve ğretmenler ME'yi etkili bir Şekilde ğretirler. Bundan dolayı "model oluşturma" terimi modeller üzerinde çalışan öğrencilerden model sağlamak için etkili bir potansiyele işaret eder [65,72]. ME, gelişimine ihtiyaç duyan kavramsal ereve altı tasarlama ilkesine dayandırılır.

#### **2.1.8.1. Gerçeklik (Reality) İlkesi**

Lesh ve diğerleri (2000), gerçeklik ilkesini Şu ölçütlere göre tanımlamışlardır: " Bu gerçekten gerçek hayatta kullanılabilir mi? Öğrenciler kendi

kişisel bilgi ve deneyimlerinin artmasına bağlı olan durumun farkına varmak için cesaretlendiriliyorlar mı? Öğrenciler tek bir doğru fikrine uymaya mı zorlanacaklar?” [65, s.43].

Gerçeklik ilkesi, bir öğretmen ya da ders kitabının kullandığı bir yaklaşımı etkinliği çözmek ve kullanmak yerine öğrencilerin kendi kişisel bilgi ve deneyimlerini kullanmaları ve değişik durumlara transfer etmeleri için öğrencileri cesaretlendirerek bir model oluşturmaktır. [72]. Gerçeklik ilkesi aynı zamanda anlamlılık ilkesi olarak da görülür [25].

#### **2.1.8.2 Model Yapılandırma ( Model Construction) İlkesi**

Lesh ve diğerleri (2003) tarafından model yapılandırma ilkesi aşağıdaki gibi ifade edilmiştir: “Öğrenciye verilen görev, bir modeli yapılandırma, değiştirme, tanımlama, tahmin etme, gözden geçirmeye imkân veriyor mu? Yüzeysel bilgiden daha çok bilgiyi içeren örüntülere ve düzenlemelere odaklanıyor mu?” [65, s.40].

Model yapılandırma ilkesi açık bir şekilde “ model oluşturma” nın özellikleriyle etkinlikleri tasarlamaya katkı sağlar, bir matematiksel model formunda öğrencilerin çözümlerini tanımları gerekliliğini ifade eder. Sonuç olarak öğrenciler kendi çözüm yollarını ifade ettiklerinde, gerçekte sorunun çözümüne yönelik oluşturdukları çeşitli matematik modellerini ifade etmiş olurlar [72]. ME'nin ilk ve en önemli karakteri olarak, özellikle sentez düzeyinde bu etkinlikler yaratıcı davranışları ve üst düzey düşünmeyi oluşturmak için tasarlanır [25].

#### **2.1.8.3 Kendini Değerlendirme(Self-Assesment) İlkesi**

Kendini değerlendirme ilkesi Lesh et.al (2003) tarafından aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir: “ Alternatif yanıtların kullanılmasını değerlendirmeye yönelik açık ölçütler var mı? Öğrenciler kendilerini değerlendirebilecekler mi? Hangi amaçlar için sonuçlara ihtiyaç var? Kimin için? Ne zaman?” [65, s.53].

Bu sorularla tasarlanması gereken etkinliğin kendini değerlendirme ilkesiyle olabileceği ilişkilidir. Öyle ki öğrenciler problem üzerinde çalıştıklarında işlerinin niteliğini değerlendirebilirler. Bu sorular başlangıçta öğrencilerin çözümlerini değerlendirmek için kullanılması gereken ölçütleri açıklayan etkinliğe sahip olmayla bunun başarılabilmesini iddia eder. Öğrenciler sık sık durup öğretmene çözümlerinin yeteri kadar iyi olup olmadığını sormak yerine problem üzerinde çalışırken bu ölçütleri göz önünde tutarak kendi çözümlerini gözden geçirebilirler. Kendini değerlendirme ilkesi öğrencilerin matematiksel modellerinin niteliğini değerlendirmeleri için bir yol sunarak “model oluşturma” da işlev gören etkinliklerin tasarlanmasına katkıda bulunur. Öğrencilerin kendi kişisel matematiksel modellerini eleştirmeleri onları sık sık ilave matematiksel modelleme döngülerine sevk eder. Bundan dolayı kendini değerlendirme ilkesi bir matematiksel model geliştirmek yerine öğrencilerin çok sayıda matematiksel modeli ifade etmesi, test etmesi ve gözden geçirmesi olasılığını artırır [72]. Öğretmenin katkısı olmaksızın çözümlerin kullanılabilirliği ve uygunluğu öğrencilerin ölçebilme yeteneğini belirtir. Sonra öğrenciler sonraki tekrarlamalardaki cevapları gözden geçirmek için bu bilgiyi kullanabilirler. Yaratıcı çalışmaya katılan bireyler, kendilerini değerlendirme becerisine sahip olmalıdırlar [25].

#### **2.1.8.4 Model-Dokümantasyon (Model-Documentation) İlkesi**

Lesh ve diğerleri (2003) model dokümantasyon ilkesini karşılamak için oluşturulacak etkinlikleri tasarlayanların ihtiyaç duyacakları soruları tanımlamışlardır: “ Verilen cevaplar, verilenleri, hedefleri, olası çözüm yollarını hakkında öğrencilerin nasıl düşündüklerini gösterecek nitelikte midir? Öğrenciler matematiksel nesnelere, ilişkiler, işlemler, örüntüler ve düzenler hakkında ne düşünüyorlar?” [65,s.43]. Bu sorularla model dokümantasyon ilkesinin temelini oluşturan araştırmacıların algılayabilecekleri ve analiz edebilecekleri dokümantasyonun izlerine bakarak öğrencilerin geliştirdikleri matematiksel modelleri açıkça ifade edebileceklerdir [23].

ME, taşıdığı iki durum yardımıyla bu ilkeyi tatmin edici görünmektedir. İlk olarak ME, öğrencilerin gruplar içinde etkinliği birlikte çözmek için çalışmalarını ve ortak bir çözüm üretmelerini sağlar. Bu ihtiyaç onlara hep birlikte anlamalarına, eleştirmelerine, kabul veya red etmelerine, tekrar gözden geçirmelerine izin vererek birbirlerine matematiksel modellerini ifade etmelerini güçlendirir. Öğrenciler aynı zamanda kendiliğinden araştırmacıların anlayabileceği bir yolla matematiksel modellerini açıklayabilirler. Model dokümantasyon ilkesinin ikinci tatmin edici yanı, öğrencilerin problem durumuna yönelik cevap olarak ürettikleri çeşitli matematiksel modelleri açıkça ifade etmelerini sağlayarak MOE'nin ayrıntılı “model oluşturma” larıdır [72].

#### **2.1.8.5 Modeli Genelleştirme(Model-Generalization) İlkesi**

Lesh ve diğerleri (2003)'nin belirttiği gibi model geliştirme ( paylaşılabirlik ve yeniden kullanılabilirlik) ilkesi için aşağıdaki soruların göz önüne alınması gerekir: “ Yapılandırılan kavramsal araç sadece bir duruma mı uygulanır? Daha geniş alana uygulamak için kolayca değiştirilebilir veya genişletilebilir mi? Öğrencilere yeniden kullanılabilir, paylaşılabir ve değiştirilebilir modeller üretmek için düşünmeye yönelik tek bir amaç taşıyan yolları üretmenin ötesine geçmeleri için meydan okunmalıdır.” [65,s.44]

Bu ilke, yüksek nitelikli matematiksel modeller üretmek için öğrencileri cesaretlendirerek “ model oluşturma” etkinlikler için oluşturulmasına katkıda bulunur. Öğrenciler matematiksel modellerinin standartlarını paylaşmak, yeniden kullanılabilir ve değiştirilebilir için matematiksel modellerini yeniden gözden geçirmeye cesaretlendirilmelidir [72].

#### **2.1.8.6 Etkili Prototip İlkesi (Effective Prototype)**

Lesh ve diğerleri (2003), etkili bir prototipin yapılması gerekliliğini vurgulamışlardır: “ Önemli bir model için durum mümkün olduğu kadar basit midir? Çözüm diğer yapısal olarak benzer durumlar için kullanışlı bir prototip sağlayacak

mıdır? Deneyim, bir hikâyeye veya yapısal olarak diğer benzer durumların farkına varmak için güç sağlayacak mıdır?” Bu ilkenin hedefi öğrenciler için bir matematiksel modelleme deneyimi oluşturmaktır [65, s.43]

Etkili prototip ilkesi etkinliklerin yeteri kadar basit olmasını sağlayarak “model oluşturma” etkinliklerinin oluşturulmasına fayda sağlar, Aynı zamanda problem durumunu açıkça ortaya koyan matematiksel model yardımıyla problem durumuna odaklanmayı içerir. Eğer problem durumu çok karmaşıksa matematiksel modelleme etkinliği karmaşık bir etkinlik olabilir. Bu ilke matematiksel modelleme sürecinin tahmin edilemez doğal bazı durumlarını göz önünde tutarak mümkün olduğunca basit ME sağlar [72].

Rutin olmayan matematiksel problemlere yönelik en iyi çözümler, farklı durumlarda çalışmak için yeteri kadar güçlüdür, diğerlerini anlamak için kolaydır. MOE, matematiksel bir model gibi yeni bir şeyin oluşturulmasına ihtiyaç duyar. Uygulamalı tasarlama alanlarında kullanılan sürece çok benzeyen bir yaratıcı süreç içine öğrencileri katar (Chamberlin ve Moon, 2005, 26.kaynak) [25] . Modelleme etkinliklerini tasarlamak için ihtiyaç duyulan altı tasarlama ilkesine Tablo 2.2’de verilmiştir.



**Tablo 2.2 ME Oluşturmak için 6 tasarlama İlkesi [65]**

|   | Etkinlik Tasarlama İlkesinin Açıklaması  | İlkelerin “Model Oluşturma” İşlevine Katkısı  |
|---|--|---|
| 1 | Gerçeklik İlkesi<br>Öğrencilerin kendi kişisel bilgi ve deneyimlerini kullanacakları bir problem durumunu etkinlik olarak ortaya koyar.                  | Bu ilke matematiksel etkinlik üzerinde çalışırken öğrencilerin bilgi ve deneyimlerini kullanmalarına izin vererek, öğrencilerin daha önce kararlaştırılmış bir çözüm yolunu takip edip çözümlerini (matematiksel modellerini) açıklamaları ve gözden geçirmelerini içerir.  |
| 2 | Model Yapılandırma İlkesi<br>Etkinlikte model oluşturulacak matematiksel model için ihtiyacı öğrencilerin tanımlayabilmesini sağlar.                     | Matematiksel model için öğrencilerde ihtiyaç oluşturarak öğrencilerin çözümlerinin matematiksel modellemeyi oluşturmalarını sağlar.   |
| 3 | Kendini Değerlendirme İlkesi<br>Etkinlik öğrencilerin son modellerini değerlendirmek için kullanılan ölçütleri açıkça ifade eder.                        | Bu ilke, öğrencilere çalışmalarını değerlendirmek için ihtiyaç duydukları ölçütleri vererek, modellerini çeşitli zamanlarda eleştirmeleri ve gözden geçirmeleri için onları cesaretlendirir.  |
| 4 | Model-Dokümantasyon İlkesi<br>Etkinliğin herkes için anlaşılabilir öğrencilerin önceki matematiksel modellerini de açıkça ifade eder.                    | Bu ilke, öğrencilerin önceki matematiksel modellerini birbirlerine açıkça ifade etmelerini sağlar.  |
| 5 | Modeli Genelleştirme İlkesi<br>Etkinlik istenilen çözümün yeniden kullanılabilmesine, paylaşılabılır olmasına ve değiştirilebilir olmasına imkân sağlar. | Bu ilke, yeniden kullanılabilir, paylaşılabılır ve değiştirilebilir olan öğrencilerin matematiksel modellerini istenilen standartlara çıkararak öğrencilerin bu yüksek standartları başarıya kadar matematiksel modellerini gözden geçirmeleri için onları cesaretlendirir. |
| 6 | Etkili Prototip İlkesi<br>Etkinlik matematiksel modellemenin karmaşık durumlarını içermeli ve basit olarak düzenlenmelidir.                              | Bu ilke basit bir problem durumu oluşturarak öğrencilerin çözümlerini (Matematiksel modellerini) çeşitli düzeltme döngülerinin her yerinde açık bir hedefe odaklanılmasını sağlar.  |

### 2.1.9 Matematiksel Modelleme, ME Problemlerinin Özellikleri ve Geliştirilmesi

Gerçek yaşam problemlerini çözmek için matematiği kullanma, matematiği uygulama olarak adlandırılır. “Modelleme” terimi gerçekten matematiğe yönelime (hareket etmeye) odaklanan süreçleri içerir. “Uygulama” terimi ise buna tamamen zıt yönde matematikten gerçeğe yönelmeyi (hareket etmeyi), daha genel olarak da kapsadığı nesnelere (konuları) vurgular. [42].

Matematikte özel uygulamalar ve modelleme araştırma etkinlikleri vardır. Bunlar: konu ile ilgili kavramların açıklanması, yeterliklerin araştırılması, zorlukların ve uygulama problemleriyle uğraşıldığında öğrenciler tarafından etkin olarak kullanılan stratejilerin tanımlanması, modellemeye yönelik derslerde iletişim ve öğrenme yaklaşımlarının çalışılması, modelleme ve uygulamalarda performansı ölçmek için kullanılan alternatif yaklaşımların değerlendirilmesidir [42].

ME, iyi yapılandırılmış problemlerdendir. Kötü yapılandırılmış problem bireylerin problemi çözmek için veri bulmaya ihtiyaç duyduğu problemdir. Diğer taraftan iyi yapılandırılmış bir problem, problemi çözmek için gerekli olan bilgiyi içerir. Problemi çözmek için araştırmaya ihtiyaç duyulmaz [25].

Gerçekçi problemler bağlamla birlikte öğrencilere tanıtıldıklarından yaratıcı çözümleri arttırabilirler. ME, öğrencilerin düşüncelerini araştırmak için öğretmenlere fırsat sağlar. ME, bir çalışma yapığında, kapalı uçlu bir testten veya basit sözel bir problemde öğrencilerin daha zengin düşünme süreçleriyle ilgili bilgi sağlar. Öğrencilerin muhakemesi hakkında daha fazla otantik bilgi kazanan öğretmenin bir kavramı yeniden öğretip öğretmemesi önceki program planında kalıp kalmayacağı, konuyu hızlandırıp hızlandırmayacağı hakkında bilgi verir. Böylece ME, büyük bir değerlendirme potansiyeline sahip olur. Özellikle öğretmenlere yaratıcı çözümler tanımlamak için yardım edebilir [25].

Modelleme yaklaşımının gerçekliği matematikleştirme bölümünde, öğrenci alternatif temsiller önerebilir ve açıklayabilir veya öğretmen öğrencilerin kullanması için mümkün olan tüm temsil çeşitliliğini sunabilir:

- Bir çözüm stratejisinde uzamsal temsil kullanma: Uzamsal ve cebirsel bir temsil arasında kullanılan ilişki çözümün hızlı üretilmesini ve genellenmesini sağlar.
- Bir çözüm stratejisinde grafiksel bir temsil kullanma: Genel anlamda farklı temsiller arasında bağlantılar ve ilişkiler kurarak, öğrencilerin problemi daha iyi anlayarak geliştirmelerini ve potansiyel olarak kullanışlı modelleri oluşturmalarını sağlar. Böylece modelleme, sembolik ve formal matematiksel sistemlerin kullanımında becerilerin gelişimini kolaylaştırır. Öğrenciler için,
  1. Bağlamlar ve bu bağlamlarla ilişkili formal matematiksel açıklamalar arasında bağlantılar güçlendirilmeli,
  2. Soyut matematiksel formül uygulamalarına çalışmaya motive edilmelidir.
 [73].

Modelleme ve uygulamalarının çok sayıda farklı öğeleri ve özellikleri vardır. Bunlardan bir kısmı, açık uçlu soruları kurma ve çözme, modelleri yaratma, rafine etmeye, geçerliğini sağlama, durumları matematikleştirme, simülasyonları tasarlama ve yönetme, sözel problemleri çözme ve uygulamalı problem çözmeyi içine dâhil etmedir. Çeşitli eğitim düzeylerindeki matematik sınıflarında kullanım amaçlı modelleme problemleri ve materyalleriyle, uygulamaların var olduğu görülmektedir. [ 42].

### **2.1.10 Matematiksel Modelleme ve ME Problemlerine Karşı Geleneksel Matematik Eğitimi ve Problemleri**

Geleneksel matematik eğitimi araştırması problem çözmeyi hali hazırda açık bir çözüm yolu olmadığına hedeflere yönelik verilenlerden bir şeyler elde etmek olarak görür, buluş yolları da genellikle soruya verilen yanıtlar olarak düşünülür. Ancak model oluşturma etkinliklerinde öğrenciler pek az verilen durumla ilgili hiçbir fikre sahip olmadıkları duygusu içinde kalırlar. Gerçekte, öğrencilerin çalışmalarının öncül aşamaları boyunca çeşitli yarı-formüle edilmiş kavramsallaştırmalar sıkça kendiliğinden işler, her bir yarı-formüle edilmiş çözüm süreçleri ve alternatif yollar bilgiyi seçmek, ayıklamak, yorumlamak, ilişkilendirmek, düzenlemek ve sentezlemek içindir [31].

Çoğu ders kitabı problemi nadiren bir kerede öğrencinin birden çok temsili içeren problemleri içerir. Öğrenciler neredeyse sadece bir sembolik temsil içinde çalışmaya eğilimlidirler. [73]. Matematik kitaplarında problem çözme, geleneksel sözel problemleri çözme etkinliği olarak daha çok problem çözmeyi kavramsallaştırmadır. [74]. Matematiksel modelleme ise, geleneksel problem çözme yöntemlerinden öncelikle problem ve çözümlere olan vurgusuyla farklılaşır. Özellikle modelleme çözümleri bulmadan becerileri ve geçişleri geliştirmeye, bilgileri yorumlamaya, gizli kalmış (hidden) problemleri tanımlamaya, modelleri yapılandırmaya, matematiksel çözümdeki sapmaların olasılığını tekrar yorumlamayla değişir. [75].

Modelleme etkinlikleri okul matematiğindeki geleneksel problem ve problem çözme yöntemlerinden bazı özellikleriyle ayrılır:

- Sembolik olarak durumun öğrencilerce anlamlandırılması beklenir [76].
- Modelleme etkinliklerinde matematiksel kavram ve bağlantıların kurulması ihtiyacı vardır [74].
- Öğrencilerin benzer durumlara genellenebilen modeller için cesaretlendirilmeleri gereklidir [50].
- Gerçek hayat durumlarında geliştirilmesi gereken araçların var olmasıdır [77].
- Elde edilen modellerin paylaşılabilir, tekrar kullanılabilir, değiştirilebilir ve yeni durumlara uyarlanabilir olması gerekir [78].

Modelleme etkinlikleriyle geleneksel okul matematiğindeki problemler arasındaki en önemli farklılık sembolik olarak tanımlanan bir durumun öğrenciler tarafından anlamlandırılmasındaki zorunluluk problemidir ( bu gibi problemler genellikle hesaplama becerileriyle ilişkili zorlukların ötesine geçer). ME için, en çok problem oluşturan durum, anlamlı durumların üretici (üretken) sembolik tanımlamaları yapmaktır. Süreçler, genellikle verilen bilgi hakkında problem çözenin düşünme yollarının olduğu bir dizi modelleme döngüsünü içerir [27].

Modelleme etkinlikleri, en az iki yönüyle geleneksel problem çözmeden ayrılır. İlki modelleme problemlerini çözerken öğrenciler, matematiksel kavram ve bağlantıları kullanmaya ihtiyaç duyarlar. Birbirleriyle bağlantı kurarlar [74]. Bu durumda öğrenciler, problem üzerinde çalıştıklarından, bu durum onlara kendi matematiklerini oluşturmak matematikleştirme için ihtiyaç duyacakları gerçekçi durumların farkına varmalarını sağlar. İkinci olarak öğrenciler modelleme etkinliklerinde benzer olarak yapılandırılmış daha geniş durumlarda uygulanabilir olan modeller oluşturmaları için cesaretlendirilmelidirler. [26,50]. Daha çok geleneksel ders kitaplarındaki sözel problemlerden çarpıcı olarak MOE'yi ayıran diğer ilgili özellik (nitelik), çoğu gerçek hayat durumunda geliştirilmeye ihtiyaç duyulan araçların olmasıdır. Açıkça (a) Kim bu araca ihtiyaç duyar, (b) Niçin ve ne amaçla araca ihtiyaç duyulur? (Zayıf ve kuvvetli yanlarını ) [77]. MOE'nin üçüncü ayırt edici özelliği hedef soyutlanmış bir durumdan daha fazla ilişkili olmadıkça araçların geliştirilmesine yönelik daha fazla çaba ayırmanın nadiren akla uygun gelmesidir. (mantıklı olmasıdır.) Yani araç geliştirme ürünü paylaşılabilir (diğer kişilerle), tekrar kullanılabilir (diğer durumlarda), değiştirilebilir (Diğer amaçlar için) olduğunda geliştirilmeye değerlidir. Sonuç olarak en önemli yollar araçların bu özelliklerle ilişkili olarak doğrudan sınanmasıdır. Özellikle araçlar, diğer kişilerce daha sonra bazı durumlarda (yeni durumlarda) kişinin kendisi tarafından kullanılabilmesi kadar, diğer kişilerle de paylaşılma ihtiyacı duyulduğundan doğal olarak araç geliştirme sosyal bir etkinliktir [78].

Geleneksel anlamda, matematik eğitimi araştırmasında ve geliştirmesinde problem çözmeye “Çözüm yolu hemen açıkça belli olmadığında veya engellendiğinde hedeflere yönelik verilenlerden elde edilen” durum olarak tanımlanmıştır. Ve sezgisel soruya cevap olarak tasavvur edilmiştir: “Eğer sıkışmışsan ne yapabilirsin?” Dikkatimiz MOE'ye kaydığında, yeterli düşünce yolları üretmek için (verilenler ve hedefler hakkında) bir dizi yorumlayıcı döngüye ihtiyaç duyulur. Ardından problem çözenin özü matematiksel olarak bu durumları yorumlamak için yollar bulmayı içerir. Bundan dolayı, daha kullanışlı olmaya meyilli sezgi ve stratejiler, öğrenciler problemde saplandıklarında, onlara daha etkili olarak endişeli yollar bulmaya yardım etmekten daha çok sahip oldukları düşüncelerini uyarlamak, değiştirmek ve saflaştırmak için üretici yollar bulmada öğrencilere yardım etmeye odaklanır.

Genelde çok sayıda kullanışlı sezgi ve strateji türleri, özellikle durumun farkına varmak için tek bir yorumlama döngüsünü içeren çözümleri olan geleneksel problemlerde vurgulananlardan farklı olmaya meyillidir. [27].

Matematiksel modellemedeki problemler, matematiksel kavramlar, matematiksel dil, ispat yöntemi gibi matematiksel bilgi yardımıyla çözülebilen problemler olmalıdır. Problem öğrencilerin seçtiği matematiksel modele göre matematiksel sorgulama becerileriyle çözülebilmelidir. Matematiksel modelleme, matematiğin bir model olarak geliştirilebilmesi ve problemleri çözmek için kullanabilmesi yönüyle diğer matematiksel programlardan ayrılır. Aynı zamanda, öğrenciler matematiksel modellemede daha çok matematiksel olarak düşünürler [63]. Matematiksel modelleme etkinliği, öğrencilere etkin bir düşünce sürecine katılmalarına ve gelişmiş düşünce sürecini tecrübe edinmelerine izin verir [79].

Modelleme etkinliklerinde geleneksel matematik öğretiminden farklı olan özellikleri arasında, öğrencilerle ilgili gözlenen şunlardır:

- Öğrenciler, daha önemli görülen her bir problem üzerinde daha fazla zaman harcamaktadırlar
- Birbirleriyle matematikle ilgili tartışmalar yapmaktadırlar,
- Alternatif keşif yollarını keşfetmektedirler,
- Çalışmak için uygun matematiksel araçları seçmektedirler,
- Teknik olarak analizlerini doğrulamak için kontrol stratejilerini kullanmaktadırlar,
- İddiaların ve çözümlerin uygunluğunu değerlendirmekte ve yorumlamaktadırlar,
- Elde ettikleri sonuçları ve fikirleri diğerleriyle paylaşmaktadırlar.

Öğrenciler, çalışmalarında ve çözümlerinde daha fazla sorumluluk almaktadırlar. Bu durum, çoğu öğretmenin ve öğrencinin matematik yapmanın doğasıyla hakkındaki inançlarında değişikliğe neden olmaktadır [44].

## **2.2. Matematiksel Modelleme ve Matematik Programları**

Bu bölümde matematiksel modellemenin matematik programlarında yer almasına, neden öğrencilere öğretilmesi gerektiğine, okul matematiğindeki görev türleri ve modelleme görevlerinin rolüne, modelleme öğretmen ilişkisiyle modelleme öğrenci ilişkisine yer verilmiştir.

### **2.2.1. Matematiksel Modellemenin Matematik Programlarında Yer Alması**

Matematiksel modelleme ve uygulama süreci yeni matematik programlarını etkileyen bir faktör olmuştur [56]. Çoğu uygulanmakta olan programda (OECD,2003; VCCA,2005; MOE,2007 gibi) matematiksel modellemenin ortaöğretim matematik programlarının bir bileşeni olduğu kabul edilmektedir [56,80]. Hem OECD ülkelerinde hem de diğer ülkelerde program tasarımı hakkındaki devam eden tartışmalarla matematiğin öğretiminin kullanımıyla modellemenin ilgili durumları ilişkilidir. Özellikle matematik öğretimi ve öğreniminde gerçek yaşam yönelik matematiksel uygulama ve ilişkilerin rolü üzerinde tartışmalar devam etmektedir. [81]. Öğrencilerin matematiksel modelleme çalışmalarında yer almaları gerektiği sonucu programlarda ifade edilmiştir [56].

Matematik eğitimi programlarında matematiksel modelleme ve uygulamaları çok önemli görülmesine rağmen uygulamada istenenlerin gerçekleştirilmesi kolay değildir [80]. Son otuz kırk yıllık süreçte matematiksel modelleme matematik eğitiminde yoğun bir şekilde tartışılan ve yayılım gösteren bir konu olmasına tüm dünyadaki sınıf uygulamalarında modellemenin beğenilmesine rağmen hala modellemeye çok az yer verilmektedir. Eğitimsel tartışma içinde değerlendirildiğinde, sınıf içinde günlük işleyişte modellemenin çok az yer bulmasının en önemli nedeni, modellemede gerçek yaşam bilgisi gerekli olduğundan öğrenciler ve öğretmenler için modellemenin çok zor gelmesi ve öğretimin de daha açık ve daha az tahmin edilebilir olmasıdır [55, 81].

Modelleme öğretimine yönelik yaklaşımlar bulunmaktadır. Bu yaklaşımlar şu şekildedir :

- Ayrılmış yaklaşım
- İkiye-Bölme Yaklaşımı
- Adalar Yaklaşımı
- Karmaşık Yaklaşım
- Bütünleştirilmiş Matematik Programı Yaklaşımı
- Disiplinler Arası Bütünleştirilmiş Yaklaşım [53].

Modelleme ve uygulamalarının matematik programlarında olmasını destekleyen düşünceler (tezler) olduğu gibi yer almamasına ilişkin düşünceler de bulunmaktadır. Bu düşünceler şu şekildedir:

Modelleme ve uygulamalarının programda yer almasını destekleyen düşünceler(tezler):

1. Pragmatik Savlar ( Matematik özel gerçek durumlar için bir yardım destektir): Öğrencilerin ek matematiksel durumları anlama ve onlara hâkim olma yeteneği kendiliğinden pür matematik öğrenmeyle sonuçlanmaz, ancak matematik eğitimindeki gerçek durumlarla bu başarılabilir.
2. Biçimsel Savlar ( Matematiğin gerçek yaşam uygulamaları genel niteliklerin bir destekçisidir-yardımcısıdır): Genel yeterlikler ve tutumlar ptograma uygun uygulama örnekleriyle geliştirilebilir. Özellikle, gerçek yaşamla matematik arasında aktarım yeteneği sadece tüm problem çözme sürecinin kapsadığı örnekler vasıtasıyla geliştirilebilir.
3. Kültürel Savlar ( Gerçek yaşam uygulamalarını yansıtmak için bir kaynak ve matematiğin uygun ayrıntılı bir bileşeni olarak görme). Üst düzeydeki yansımalar matematikle gerçek yaşam arasındaki kurulan bağlardan doğar. Modelleme kadar uygulamalar da matematiğin yeterli bir görüntüsünün önemli bir bileşenini oluşturur.
4. Psikolojik Savlar ( Gerçek yaşam uygulamaları matematiğin öğrenilmesi için bir destekçidir): Uygun örneklerle matematiksel içerikler harekete geçirilebilir veya pekiştirilebilir. Matematiksel konuların gerçek yaşam yorumlarını daha derin ve iyi anlamak ve bu konuların daha uzun süre akılda



tutulmasına katkı sağlar. Gerçeklikle ilgili ilişkiler öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarını geliştirebilir. [2].

Modelleme ve uygulamalarına karşı geliştirilen düşünceler (tezler):

1.karşı tez (görüş)- eğitime bakış açısı noktasından: Matematik eğitiminde modelleme ve uygulamalarla ilgili yeterli zaman yoktur. Temelde, modelleme ve uygulamalar hiçbir zaman matematik eğitimine ait değildir. İlave matematiksel problemler diğer derslerin öğretiminde işlenmelidir.

2. karşı tez (görüş) – öğrenenin bakış açısı noktasından: Uygulamalar ve özellikle de modelleme öğrenenler için matematik derslerini ve sınavları daha karmaşık, dikkatli (çaba gerektiren) ve daha az tahmin edilebilir hale getirmektedir. Öğrenciler sadece türev gibi matematiksel kavramları öğrenmemelidirler aynı zamanda büyüme oranı, vergi oranı gibi gerçek hayatla ilgili yorumlamaları da öğrenmelidirler.

3. karşı tez (görüş)- öğretmenin bakış açısı noktasından: Uygulamalar ve modelleme, ek matematiksel bilgi ve nitelikler gerektirdiğinden öğretimi daha çok çaba gerektiren bir hale getirir. Uygulamalar ve modelleme öğretmenler için eğitimi daha açık hale getirmek ve matematik kullanılmayan sınıf etkileşim şekillerine ihtiyaç duymaları için çalışır [2].

Modelleme ve uygulamalarının pedagojisi birçok salt matematik pedagojisiyle kesişir ve aynı zamanda geleneksel matematik sınıflarının parçası olmayan çeşitli uygulamalara ihtiyaç duyar. Başarılı uygulamalar ve modelleme girişimlerinin örnekleri çeşitli ülkelerde ve bağlamlarda belgelenirken, bu gibi programların genişliği tasarlanan hedeften daha azdır. Dahası, modelleme ve uygulamalarına yönelik yaklaşımlar geleneksel yöntemlerin kullanımını ve derslerin yapılarını değiştirir. Grup etkinliği üzerinde bir vurguyu içeren yenilikçi öğretim uygulamalarının bir çeşidini içerir [42].

English (2006), yeniden yapılandırılan herhangi bir programda modellemenin yer almasına gerekçe olarak, altı kanıt öne sürmüştür. Bu altı kanıt matematik derslerinde matematiksel modellemenin oynadığı roller ışığında görülebilir:

1. Gerçek (özgün) problem durumlarını kullanma sadece günlük hayat bağlamlarını sağlamaz aynı zamanda günlük hayatla ilişkili çözümlerin elde edilmesi yararını sağlar.
2. Model keşfetme ve uygulama, öğrencilerin kendi kavramsal sistemlerini kurgulayabilmeleri, güçlendirebilmeleri ve daha belirgin hale getirebilmeleri için bir fırsattır.
3. Problem bilgisini dikkatle incelemeyi, yorumlamayı ve tekrar yorumlamayı, olanaklı kılan çeşitli yorumlara ve yaklaşımlara fırsat verir.
4. Özellikle problemin çözümüne yönelik sorumluluğu paylaşan öğrencilerin sosyal gelişimi için bir fırsattır.
5. Matematiksel modelleme, öğrencilerin çeşitli temsil yollarının önerdiği temsili akıcılığa uyum sağlamalarıyla şekillenecek çok yönlü son ürünler gerektirir.
6. Öğrencilerin en uygun şekilde matematiksel gelişimlerini sağlayabilecekleri önemli matematiksel süreçlerin içine girmeleri için bir fırsattır [50].

Model oluşturma etkinliklerinin programsal özellikleri vardır. Bu özellikler şu şekilde sıralanabilir:

- Disiplinler arası olması
- Gerçekçi problemler olması
- İyi yapılandırılmış problemler olması
- Bilişötesi anteranörlüğü gerektirmesi
- Öğrencinin düşüncesini yorumlama [25]

Matematiksel modelleme için çeşitli öğrenme ve öğretme paradigmaları geliştirilmiştir, bu paradigmlar şunları içerir:

- (A) Bütüncül yaklaşıma göre öğrenciler durum çalışmalarından edindikleri deneyimlerle öğrenirler. Bu durum çalışması basit ve doğru sonuçlara izin veren modelleme problemlerinden daha zor durumları ortaya çıkaran modelleme problemlerine doğru olur. Aynı zamanda durum çalışmaları derin analizlerle alan sağlayan karmaşık durumların tek örneği olabilirler. Bu yaklaşım özel uygulamalarla yoğunlaşır, deneyim sürecine ve deneyimi yaşayan kişinin bir deneyimden diğerine aktardıklarına güvenir.

(B) Diğer yaklaşım, modelleyicinin geçmiş olduğu aşamaları ve süreçleri ayrıntılı olarak tanımlar ve inceler. Bu yaklaşım sürece odaklanır ve öğreneni özel durumlardan uzak tutar [43].

Ikeda (2004), matematiksel modellemenin uygulandığı 8 farklı ülkedeki değişik yazarlarla görüşmeler yaparak modelleme uygulamalarına yönelik engellerin giderilmesinde çeşitli sonuçlara ulaşmıştır:

Matematik programında modelleme ve uygulamalarına yönelik engellerin iyileştirilmesine odaklanıldığında üç durum tanımlanabilir. Bunların ilki, modelleme ve uygulamalar, matematik programının önemli bir parçası olarak algılanmamaktadır. İkincisi, modelleme ve uygulamalarının programın merkezi bir özelliği olması programların yapısına zıt bir durumda bulunmasıdır. Üçüncüsü de ulusal programlarda modelleme ve uygulamalarının yerinin belirlenmesidir [82].

### **2.2.2 Neden Modellemeyi Öğrencilere Öğretmeliyiz?**

Matematiğin okul programlarında önemli bir rolünün var olduğu açıktır [53]. Özellikle, modelleme ve uygulama problemlerinin kapsamı öğrencilerin günlük hayatta ve işte karşılaştıkları problemlerle etkili olarak matematiği ne zaman ve nasıl kullanacaklarını bilme becerilerini geliştirmek için tasarlanır [52]. Matematik gerçek hayatın farklı alanlarında sistemlerin davranışını tanımlamak, analiz etmek ve tahmin etmek için hazır araçlar sağlar [54]. Modelleme çevremizdeki dünyayı anlamamızı, günlük hayatta karşılaştığımız problemlerle başa çıkmamızı ve gelecekteki mesleklerimizde matematiğin uygulamalı kullanılabilirliğini sağlamamızı ve sağlamaya devam etmemize yardımcı olur [52].

Modellemeyi öğrencilere öğretmemizin birçok sebebi vardır, herhangi bir eğitimsel programda konuya öğretim amaçlarını göz önüne alarak doğrulamalarımızla başlarız. Matematiğin içsel ve dışsal iki amacı vardır. Matematik için dışsal amaçlar geniş bir alanı kapsayan sık sık uygulamalarla kullanışlıdır. Bir modelleme yaklaşımı olarak matematiği çok geniş bir sahaya örneğin mekaniğe,

istatistiğe, fiziğe, programlamaya, yönetime ve benzeri alanlara uygulamak mümkündür. Modellemenin öğretimi için en önemli dışsal neden ise tüm bilimsel teorilerin tanımlayıcı birer matematiksel model olduğunun anlaşılmasıdır. Günümüzde her gün medyada kullanılan birçok model bulunmaktadır. Öğrenciler bunları anlayabilmeli ve yorumlayabilmelidir. Modeller, tanımlayıcı, açıklayıcı, deneysel, teorik, istatistiksel ve mekanik olabilirler. Modeller günlük hayattaki her günkü olaylardır. Eğitimciler olarak bizler öğrencilerin bunları anlamaları için onlara yardım etmeliyiz. Modelleme matematiğin içsel amaçlarıyla modelleme daha az ilgilidir. Matematik modellemeye sistematik bir yaklaşım sağlar [83].

Modeller ve modelleme öğrencilere,

- (a) Matematiğin içindeki ve dışındaki, karşılıklı bağlantılılığı fark etmeyi,
- (b) Bir bilgi alanı üzerinde çeşitli bakış açıları fark etmeyi,
- (c) Pratik ve uygulanabilir bir yolla, matematiği görmeyi sağlar [25].

Genel anlamda, matematiksel modelleme:

- Öğrencilerin dünyayı daha iyi anlamalarına yardım etme,
- Matematik öğrenmeyi destekleme ( güdülenme, kavram bilgisi, unutmama, anlama)
- Çeşitli matematiksel yeterlikler ve uygun tutumlar geliştirmeyi sağlama,
- Matematiğin yeterli bir resmine katkı sağlama anlamındadır.

Modellemeyle matematik, öğrenenler için daha anlamlı hâle gelir. Modellemenin altında yatan tüm bu doğrulamalar, ortaöğretimdeki matematik eğitiminin başlıca hedeflerindedir [ 55]

### **2.2.3. Okul Matematiğindeki Görev Türleri ve Modelleme Görevi**

Okul matematiğindeki görevler kapalı uçlu ve açık uçlu görevler olarak iki ana sınıfa ayrılabilir. Kapalı uçlu görevler problemin hazırlanması, süreçleri ve algoritmaları, sonuçları ve çıktıları açısından önceden tahmin edilebilirdir. Açık uçluluk ise, iyi-tanımlanmamış problemler, süreçlerin ve yöntemlerin geniş bir seçimi ve kesin olmayan sonuçlar olarak nitelikleri içerir [84].

**Tablo 2.3 Okul Matematiğindeki Görevlerin Türleri [84, s.215]**

| Matematiksel Görevin Alanı ve Sınıfı        | Görevin Doğası   |
|---|--|
| Temel Becerilerin Eğitimi-I                 | Yöntemi ve sonuçları açısından kapalı uçlu   |
| Bir Formülü veya Algoritmayı Uygulama-II    | Özellikle çıktıları açısından kapalı uçlu, bununla birlikte yöntemsel olarak da kapalı uçlu  |
| Veri Ölçme ve Toplama I-IIA                 | Yöntem açısından bir takım biraz açık ama daha çok sonuçlar açısından kapalı uçlu  |
| Gerçek Problem Çözme IIB-III                | Gündelik yaşamda karşılaşılan gerçek problemlerdir. Onlar, matematiksel modelleri içerebilirler de içermeyebilirler de. Bu problemlerin açıklığı kapalı uçludan açık uçluya çeşitlilik gösterir. |
| Matematiksel Araştırmalar IV                | Temel araştırmalar çıktıları açısından kapalı uçludur ancak kullanılan yöntemler açık uçludur. Yaygın araştırmalar açık uçlu görevlerdir.  |
| Matematikte Proje ve Çalışmalar Tasarlama V | Projeler ve çalışmalar, en açık matematiksel görevlerdir. Açıklık soruların hazırlanmasını ve yöntemlerin seçimini içerir.   |

“Modelleme görevi” gerçek bir modelleme talebiyle ilgili bir görevdir [55]. Modelleme görevleri, öğrencilere fikirlerini sunarak durum hakkında nasıl düşündüklerini ortaya koyma (açığa çıkarma) fırsatları sağlar. Öğrencilerin çözümleri, matematiksel nicelik türleri, bu nicelikler arasındaki ilişkileri ve öğrencilerin düşündükleri işlemleri ve örüntüleri gösterecektir. Modelleme görevleri üst düzey matematiksel muhakemeye, öğrencileri katmak için tasarlandıklarından rutin matematiksel görevlerden çok daha zaman alıcı daha karmaşıktır. Bu görevler sınıfta olayların nasıl açığa çıkabileceğinin belirsizliği ve görevlerin karmaşıklığını arttırabilen çeşitli uygulama faktörlerine daha fazla açıktır. [85].

Öğrenciler için neden modelleme çok zordur? Sorusunun en önemli sebebi kesinlikle modelleme görevinin bilişsel ihtiyaçlarının olmasındandır. Modelleme, diğer matematiksel becerilerle kopmaz bağlantılar oluşturmuştur. Bunlar okuma, iletişim, tasarlama, problem çözme stratejilerini uygulama, matematiksel olarak çalışma (muhakeme, hesaplama gibi.) gibi becerileri içermektedir. [55].

## 2.2.4 Matematiksel Modelleme ve Öğretmenin Görevleri

İlk olarak modelleme geleneksel öğretim yaklaşımına bir alternatiftir. Blum ve Niss (1991), sınıfta modellemede altı yolun kullanılabileceğini tanımlamışlardır. Bir yaklaşımın uygunluğu duruma ve öğretmenin tercihlerine bağlıdır. Farklı durumlarda öğretmenler farklı yaklaşımlar kullanabilirler. Modelleme programa yönelik öğretim olduğundan her bir öğretmen farklı yaklaşımları tecrübe etmeli ve en iyi uygulayabildiği stil veya stilleri tanımlamalıdır. İkincisi, modellemenin kavramsal temelleri meydan okuyucu durumlar oluşturur. Modellemede, öğrencilere gerçek hayat durumları sunulur ve öğrenciler de bu durumların anlamını oluşturmak için matematiğin kullanımını araştırırlar. Geçerli ve kullanışlı modeller oluşturmak için, öğrenciler matematiği anlamadan çok problemin altında yatan durumları bilmeye ihtiyaç duyarlar. Öğretmen için bu, problemin içeriğini araştırma, tanımlama ve kaynakların dışında sonuçlara ulaşma anlamına gelir [53].

Matematik öğretmenleri olarak öğrencilerin anlamasını istediğimiz önemli temel fikirler vardır. Bununla birlikte gerçek durumlarda modellemenin oluşması ilgiyle, matematiksel hedefleri yitirmek kolaydır ve sadece problemlere odaklanılabilir. Bu öğretmenlerin cevaplaması gereken bir soru: Odaklamaların ne kadarı uygulama üzerine olmalı ve matematiğin gerçek hayat durumu bağlamında nasıl geliştirebiliriz? Öğretmenler gerçek hayat durumlarını, öğrencilerin ilgilerini arttıran stratejileri tanımlamalıdır. Sınıfta matematiksel modellemenin kullanımı aynı zamanda bir uzman olarak geleneksel algıya sahip öğretmenler için meydan okuyucu durumlar oluşturur. Modelleme sonucunda tek bir doğru cevabı üretilmez. Çoğu durumda, modeller arasında yansımalar vardır, her bir model gerçek hayatın birkaç durumunu yansıtır ve her biri doğrudur. Modellerin doğruluğu modelleme yapan kişilerin hedeflerine göre göreceli olarak değerlendirilir [85].

Shell Centre(1984)'a göre öğretmenin modellemede rehberlik etmesi zorunludur, ama daha çok şu tip stratejik sorulara odaklanmalıdır:

- Daha çok biliş ötesi sordaları olanlar,
- Özel stratejiler üzerine odaklanan bazı sordalar,
- Daha az ayrıntılandırılmış yönlendirme soruları. [44].

Öğretmenin ne kadar rehberlik yapacağı sorusu modelleme öğretiminin kalbindedir, gerçekte bu soru tüm rutin olmayan problemler için de geçerlidir. Diğer matematiksel yeterlikler bir öğrenme hedefi olduğunda özel durumlar oluşur. Eğer öğretmen öğrencilere kendi becerilerini harekete geçirmek (uygulamak) için seçmelerine izin verirse, muhtemelen öğrenciler sadece en çok benzer ve güvenli gördükleriyle seçim yapacaklardır. Taklitsel bir akıcılık olsa bile, daha meydan okuyucu ve zor fikirlerden kaçmaya eğilim göstereceklerdir. Diğer bir deyişle, eğer öğretmen öğrencilere matematiksel teknikleri kullanmalarını söylerse, ardından öğretmen stratejik isteği ortaya çıkarır ve problemler verilen tekniklerin kullanıldığı alıştırmalar haline gelir. Bu öğretim stili öğretmene sınıfta açık, güvenilir, karşılıklı olarak destekleyici bir atmosfer oluşturmaya yardım eder. Buradan programın hedefleri ve öğrencilerin bağımsız ilgileri arasında arabulucu olarak öğretmenin rolünün doğru olduğunu ortaya çıkar. İkinci olanak bunu takip eder. Öğretmen modelleme ehliyetinin gelişmesine yardım eder [44].

Öğretmenler modelleme etkinlikleri boyunca öğrencilerin düşüncelerinin özelliklerine dayalı model oluşturma etkinlikleri tasarlayabilirler. Durumlarla modellerin karşı karşıya geldiği oturumlar sağlayabilirler, göz önüne alınan modellerin ve çözümlerin geçerliği doğrulama ihtiyacını karşılayabilirler. Diğer taraftan, öğrenciler model oluşturma etkinlikleri boyunca daha önce çalıştıkları matematiksel modelleri zenginleştirebilirler. Onların üzerinde tekrar düşünmek için yeni alternatif yaklaşımları veya araçları öğrenebilirler [67].

MOE, öğretmenlere 3 yolla öğrencilerin düşüncelerini yakın olarak izleme imkânı sağlar:

İlki öğretmenler, öğrencilerin model oluşturmalarını takip edebilirler. MOE'de öğretmenler biliş ötesi bir antrenör rolü oynayarak öğrencilere şaşırtıcı sorular sorabilirler. İkincisi her bir MOE'de öğrencilerden modellerini yazılı bir şekilde belgelemeleri istenir. [33]. Bu yazılı belge öğretmenlere daha sonraki bir zamanda öğrencilerin düşüncelerini ayrıntılı olarak analiz etmelerine izin verir. Üçüncüsü, öğrenciler formal bir sunumla sonuçlarını sınıfa sunarlar. Akranlar, her bir sunucuya soru sorma fırsatı sağlar [25].

Modellemede etkili olan öğretmenlerin çalıştırdıkları mesleki eğitim (pedagoji) şunlardır:

Etkin:

- Çeşitli stratejileri keşfetmeleri için öğrencileri cesaretlendirmek,
- Sorularla hazır (uygun) bilginin tartışılmasını harekete geçirmek,
- Öğrencilerden, problemi çözmek için ihtiyaç duyulan eksik bilgiyi arayıp bulmalarını istemek,
- Somut materyallerin uygulamalı olarak kullanılmasını sağlamak,

Öğrenci merkezli:

- Öğrencilerin ilgi duydukları ve ilginç buldukları problemlere odaklanmak,
- Diğer kişilerle çalışmayı öğrenmeleri için öğrencilere yardım etmek,
- Öğrenciler arasında teknik olarak güçlü iletişim becerilerini geliştirme,
- Öğrenciler için kendi bilgi ve becerilerini kullanabilecekleri fırsatlar oluşturmak,

Bağlamsal:

- Uygun problemler sormak, sonra da matematiksel formülleri ifade etmek,
- Ek bilgiler sağlayabilecek kaynaklar önermek,
- Öğrencilerden, özgün problem bağlamında uygun çözümleri çeşitlendirmelerini istemek,
- Öğrencileri uygulamayla hayat arasındaki bağlantıları görmeleri için cesaretlendirmek [44].

Modellemenin NCTM standartlarına göre örneği başarılı bir modellemeyi içeren farklı görevleri tanımlar. Eğer model, güvenilir olarak modelleme sürecini yansıtırsa her bir alanda performansın nitel ölçekleri yapılandırılabilir ve öğrencilerin çalışmaları bu ölçeklere göre göreceli olarak değerlendirilebilir. Bu yolla öğretmenler öğrencilerin güçlü ve zayıf yönlerini resmedebilirler. Öğrencilerin ilerlemelerine karar vermek için her bir alandaki ilerleme dereceleri planlanabilir. Son olarak modellemenin kullanımı bazı uygulama zorlukları ortaya çıkarır. Örneğin yeterli olarak çoğu durumu araştırmak için öğrenciler kaynaklara ulaşma ihtiyacı duyarlar Bu ihtiyaçlar ölçme aletleri, teknoloji veya standart bilim malzemeleri gibi ihtiyaçlar olabilir. Bunlar normalde matematik sınıflarında hazır olarak bulunur. Modelleme yapılabilmesi için ya sınıfları gerekli materyallerle donatmalı ya da diğer



öğretmenlerle koordineli bir şekilde çalışılması sağlanmalıdır. Dahası, matematiksel modelleme diğer faydalı etkinlikler gibi geleneksel olarak 50 dakikalık oturumlar gibi değildir. Çoğu zaman 2- 3 saatlik laboratuvar etkinlikleri şeklinde oluşur ki böylelikle öğrenciler bu etkinliklerde deneyimlerini geliştirirler, varsayımları test edebilirler, iş birliği halinde çalışabilirler ve gerçek yaşam durumlarını anlıyor hale gelebilirler [85].

### 2.2.5 Matematiksel Modelleme ve Öğrencilerin Rolü

Öğretmenler problem bağlamı içinde matematiksel kavramları geliştirmeli, matematik ve gerçek dünya, matematik ve diğer akademik disiplinler arasındaki bağlantılara dikkat çekmeli, öğretmeye vurgu yapmalı ve öğrencilerin istatistiksel anlamalarını geliştirmelidir [86].

**Problem Çözme :** Charles ve Lester,(1982)'e göre bir problem (a) Bir çözüm bulmaya ihtiyaç duyulan veya istenen duruma karşı bireyin karşı durması, (b) Bireyin çözümü bulmak için hazır bir sürece sahip olmadığı, (c) Bireyin bir çözüm bulmak için bir denemeye kalkışması gerektiği bir iştir [87] .

Matematikteki problem çözme en sık 3 şekilde düşünülür.

- Mutlak matematik araştırma etkinlikleri,
- Matematiksel modelleme,
- Matematik problemleri ve gerçek problem çözme.

“ Matematik problemleri” ve “ Gerçek Problem Çözme” olarak sınıflandırılan görevler, geleneksel olarak matematik kitaplarında ve diğer sınıf kaynaklarında bulunan örnekler ve alıştırmalardır. Genellikle geleneksel matematik programının süreçlerini, kurallarını ve becerilerini uygulamak için öğrencilere fırsat sağlarlar. “ Matematiksel modelleme” ve “matematiksel keşfetme” görevleri bazı ölçütleri karşılamak için öğrencilerin kendi modellerini geliştirmelerini ve kendi tahminlerini keşfetmelerine ihtiyaç duyar. Öğrenciler için, matematiğin her alanında kullanışlı

olan problem çözüme ve araştırma becerilerini geliştirmek için öğrencilere iyi fırsatlar sağlar [36].

Çoğu yönleriyle modelleme bir problem çözümedir. Problem çözerken öğrenciler gerçek hayat durumlarıyla karşı karşıya gelirler ve durumlar hakkında soru üretirler. Durumlar öğrencileri ilgilendirir ve öğrencilerin bu durumları çözmesi gerekir. Öğrencilerin sınıf içindeki problemi çözmek için denemeler yapması da modellemedir. Sınıfta modellemenin kullanılması öğrencilerin problem çözüme becerilerini geliştirmeye yardımcıdır [86]. Modelleme öğretim aracı olarak kullanılmaktadır [88]. Biliş ötesinin problem çözümede hayati bir rol oynadığı göz önüne alındığında [89], modellemenin öğrenciler açısından bir problem çözüme performansı olduğunun doğal bir sonucudur.

**Gerçek Yaşamla Bağlantı Kurma :** Problem çözüme, matematik eğitimi için yeni bir şey değildir. Matematik programları öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları grafikleri, çizelgeleri, istatistikleri yorumlamaları ve gerçek yaşam problemlerini çözmek için matematiği kullanmalarına yönelik öğrencileri hazırlamalıdır. Günlük hayatın her anında onlarla olamazsak da, onlara gerçek hayat problemleri sunarak ve onların çözüm denemelerine rehberlik ederek gerçek yaşama benzer bir ortam hazırlamış olabiliriz. Böylece, gerçek yaşamda başarmak için ihtiyaç duyacakları becerileri onlara sağlamış oluruz. Bu matematiksel modellemenin hedefidir [86].

**Diğer Disiplinlerle Bağlantı Kurma:** Eğitimciler arasında bugünlerde popüler tema “bütünleştirme”dir. Matematik öğretmenleri olarak matematikle bilim, sanat, sosyal bilimler ve programın diğer alanları arasında bağlantıları önemle belirtmeliyiz. Özetle öğrenciler, kendi matematiksel başarılarını ve anlamalarını yazılı ve sözlü sunumlar yardımıyla paylaşmalıdır.

Modelleme matematik ve diğer program alanları arasında bağlantılara vurgu yapar. Çoğu öğretmen modellemeyi işbirlikçi bir yaklaşımla ele alırken, modelleme sürecinin karmaşıklığı sınıf tartışmalarını da ortaya çıkarır. Öğrenciler modellerini geliştirdiklerinden ve başkalarıyla etkileşim kurduklarından modelleme

etkinliklerindeki adımları yapılandırılır. Modellerin kullanımı ve sınırlılıkları, modellemenin kendisi, sınıf içindeki sunular ve açık uçlu projeler olarak görülür [86].

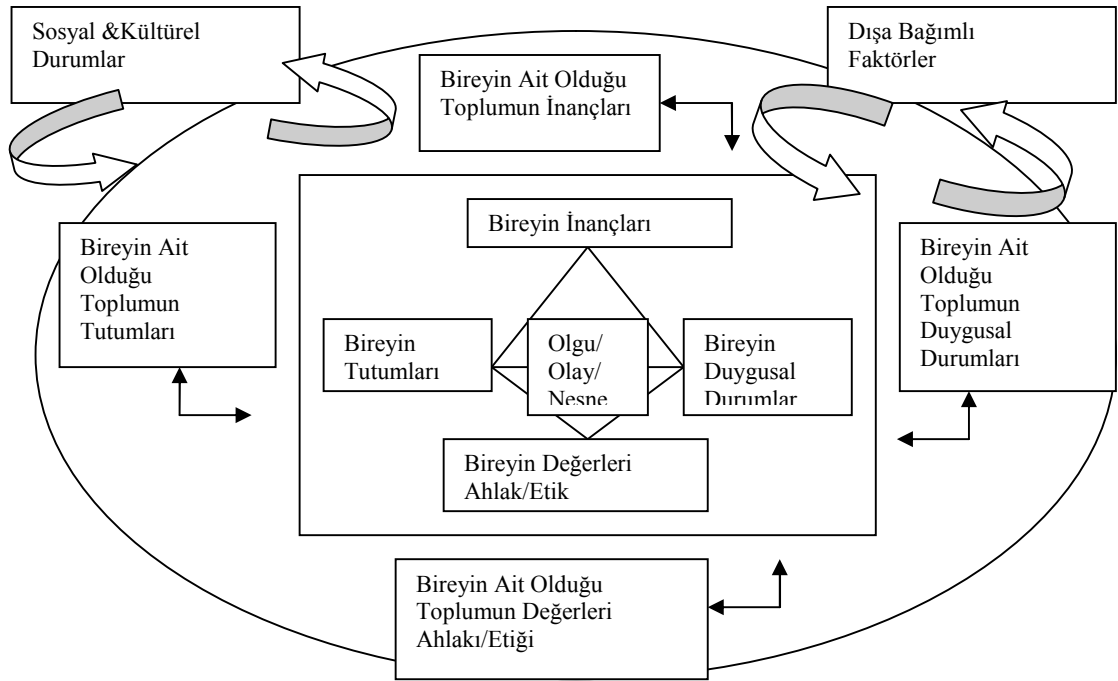
**Etkili Düşünceler:** Yapılandırmacılar, öğrenmenin aktif bir süreç olduğunu ve kişinin öğrenmesi için aktif katılımının gerektiğine vurgu yaparlar [90] . Bununla birlikte öğrenciler katılım için zorlanamazlar. Eğer bir öğrenci matematik öğrenmek için hiçbir arzu taşııyorsa, matematik öğrenemeyebilir. Geleneksel sınıf ortamlarındaki şikâyetlerden biri, öğrencilerin öğrenmenin etkili ögesine yönelmede başarısız olmalarıdır. Öğrencilere önemli olduğunu düşündüğümüz içeriği sunsak da öğrenciler konunun içeriğinin önemini görmekte başarısızdır. NCTM standartları öğretmenlerin öğrencilere matematik uygulaması ve gücü deneyimi kazandıracak etkinliklere odaklanmaları gerektiğini tavsiye etmişlerdir. NCTM standartları yazarlarına göre eğer öğrenciler matematiği günlük hayatlarıyla ilişkilendirebiliyorlarsa bundan sonra matematiği öğrenmek isteyeceklerdir. Bu modellemenin avantajlarından biridir. Modelleme öğrenciler için gerçekçi olan problemleri içerir ve böylece öğrenciler için matematik günlük hayatlarından bir parça olarak görülür. [86].

**İstatistiksel Olarak Okuyup Yazma:** Sınıfta öğrenciler gerçek hayat problemlerini tanımlarlar, deneyler tasarlarlar ve yürütürler ve verileri toplayıp analiz ederler. Deneysel sonuçları açıklayan matematiksel ilişkileri yani modelleri tanımlarlar ve problem durumu ile ilişkili soruları cevaplamak için bu modelleri kullanırlar. Bu süreçte öğrenciler geçerli bir veri setini elde etmek, sundukları popülasyonun bir bütünlük taşıyıp taşımadığına karar vermek ve veriyi test etmek için stratejiler geliştirmelidirler. Özetle matematiksel modeller, istatistiği kullanarak regresyon analizini türetebilen en uygun veriyi sağlayan denklemlerdir. Veri toplama ve analizi çoğu modelleme etkinliğinde önemli rol oynar. Veriler gerçek bir durum içinde analiz edilir. Sonuç olarak öğrenciler yaşamlarında istatistiği kullanmayı öğrenirler [86].

### 2.3 Matematik Eğitiminde Duyuşsal Alan

Matematik eğitiminde duyuş kavramı, dar ve geniş anlamlarda tanımlanabilmektedir. Duyuşun matematik eğitimi açısından en dar kapsamlı tanımı, matematiksel problem çözme sürecinde bireyin hissettiği duygu durumları olmasıdır. Birey, yaşadığı bu durumların farkında olmanın yanında, tersine farkında olamayabilmektedir. Aynı zamanda birey benzer durumlarla daha önce de karşılaşmış aynı duyguları tekrar yaşayabilmektedir. Hissedilen duygular, matematiksel problemler farklılık gösterdiğinden, değişkenlik gösterir. Bu dar anlamlı duyuşun duygularının kararlılığı azdır, çabuk değişime uğramaktadır. Bağlamları inşa eden, bu bağlamlar arasında ilişki kuran, problem çözme sürecindeki duyuşun etkilediği uzun zaman içerisinde oluşan yapılarca duyuşun en geniş çerçevesini oluşturmaktadır. Duyuş, birçok kavramsal yapı içerir. Duyuşsal kavramlar; değerler, inançlar, tutumlar ve hissedilen duyguların birleşiminden meydana gelmektedir. [83]

Matematikteki duyuşsal alan çeşitli alt boyutlarıyla birlikte ele alınmıştır. McLeod (1992), matematikteki duyuşsal alanı üç alt boyuta ayırmıştır: Duygular, tutumlar ve inançlar [92] . McLeod (1994), duyguları daha çok duyuşsal olarak, inançları ise daha çok bilişsel olarak tanımlamıştır. Tutumları ise, bu ikisi arasında herhangi bir yerde tanımlamıştır. Duygular en az kararlı yapıya sahip boyutken, inançlar ise en çok kararlı yapı gösteren boyuttur [93]. DeBellis ve Goldin (2006), bu üç boyuta değerler/ahlak/etik boyutunu da katarak dört unsurlu düzgün dört yüzlü bir model oluşturmuşlardır [91]. Duyuşun alt boyutlarını gösteren bu model aşağıda Şekil 2.4’de görülmektedir.



**Şekil 2.4 Matematik eğitiminde duygusal alanın boyutlarını tanımlayan dört yüzlü model [91,s.135]**

Duygular, matematiksel veya matematiksel olmayan bir etkinlik sürecinde kazanılan ve hızlı değişim gösterebilen his durumlarıdır. Bu his durumları, farkında olarak veya olmayarak kazanılabileceği gibi daha önce tecrübe edilmiş durumlardan da elde edilebilmektedir. Hissedilen duygular, ılımlıdan şiddetliye göre bir değişim göstermektedir. Bu değişim beraberinde duyguyla ilgili hisler olan tutum, inanç, duygusal durumlar ve değerler kavramlarını ortaya çıkarmaktadır. Tutumlar, belirli bir bağlamda (örneğin matematikte) olumlu veya olumsuz olarak hissedilen duyguların belirli davranış örüntülerine veya bağlamla ilgili hissedilen duygulara olan eğilimlerdir. Tutumlar orta düzeyde kararlı bir yapı gösterirler. Kararlılık derecesi durumun ne kadar değişim gösterebildiğiyle ilgilidir. Eğer durum, az kararlıysa çabuk değişim gösterir, çok kararlı ise çok zor değişim gösterir. Bunun için tutumlar, değişime açık olan hissedilen duygu durumlarıdır. Tutumlar, duyusla bilişin karşılıklı etkileşiminden doğmakta ve bu ikisi arasında dengeli bir görünümde yer almaktadırlar. İnanç kavramı ise bireyin dışındaki gerçeklikle ilgili nitelermeleri ve önermeler sistemini içerdiği gibi bunların dışındaki bilişsel yapıları ve bu yapıların doğruluk durumlarını da içermektedir. Birey tarafından taşınan inanç, zayıf

veya kuvvetli olarak hissedilebilmektedir. Eğer bir durumun doğruluğu kesinse o durumla ilgili inanç çok kuvvetlidir. Doğruluğu kesin olmayıp da doğruluk derecesine göre taşınan inançların şiddeti de doğruluk değerlerine göre değişkenlik göstermektedir. Bir durumla ilgili inanç, o inancın bir kişi tarafından tutulmasıyla başlar. Kişinin taşıdığı inanç toplumdaki diğer kişiler tarafından taşınabilir veya taşınmayabilir. Yani diğer kişiler aynı inanca sahip olabilirler veya sahip olmayabilirler. İnançlar, yapılandırılmıştır. Nesne, olay ve olgularla ilişkilidirler. Yukarıda da ifade edildiği gibi inançların bilişsel işlevleri olduğu kadar, inançlar bireyin karmaşık, kişisel, yoruma açık içsel anlatımlarını içermeyle duyuşsal olarak da hizmet etmektedirler. Sonuçta inançlar bilişsel sistemler gibi düşünülse de karmaşık duyuşsal yapılar içinde gömülü durumdadırlar. İnanç sistemleri daha genel bir kavramdır. İnanç sistemleri, sosyal ve kültürel olarak paylaşılan kapsamlı veya zengin inanç yapılarıdır. İnanç yapıları bireyden kaynaklanırken, inanç sistemleri ise sosyal gruplardan kaynaklanır; onlar içinde doğar ve şekillenir. İnanç sistemleri çok sayıda eşiide ayrılır. Örneğin, ‘Matematiksels geçerliğin ve matematiksels doğruların nasıl kurgulandığı hakkındaki inançlar’, ‘Matematik ğrenimi ve ğretimi, matematik yapma psikolojisi hakkındaki inançlar’, ‘Sosyal bir olgu olarak matematik hakkındaki inançlar’ gibi. Diğer bir kavram olan değerler, ahlaki ve etik durumları içerir. Değerler kısa vadede bireylerin güdülenmesinde yardımcı olurken, uzun vade de ise bireylerin seçimlerini belirlemektedir. Değerler, st düzeyde yapılandırılmış, biçimlendirilmiş duyuşsal sistemlerdir [91, s.135, 94, 95, s.11-13].

Duyuşu oluşturan her bir alt boyut diğerinden farklıdır, ama tüm alt boyutlar birbirleriyle ilişkilidir. Bu dört öğeden birine odaklanmak istenirse, odaklanılan ögeyi diğer nden tamamen ayırmak mümkün değildir Herbir alt boyut diğerleriyle karşılıklı etkileşim halindedir. Örneğin inançların oynadığı rolü ve belirli inançların neden inatla korunduğunu anlamak için inançları destekleyen hissedilen duygular ve takınılan tutumlar göz önüne alınmalıdır. İnançlar, hizmet ettikleri hissedilen duygu ve takınılan tutumların ihtiyaçlarıyla uyumlu veya uyumsuz olan değerlerle birlikte ele alınmalıdır [95, s.11-13, 96] .

Duyuşun yukarıda bahsedilen dört alt boyutunun oluşmasını sağlayan ve daha geniş çerçevede ele alınmasına imkan veren bazı kavramlar bulunmaktadır. Bu

kavramlar, duyuşsal yollar, duyuşsal yeterlikler ve duyuşsal yapılar olarak üçe ayrılır [91,94].

Duyuşsal yollar, bilişsel biçimlerle karşılıklı etkileşim halinde bir dizi duygu durumuyla oluşur. Hem deneyimsiz hem de deneyimli olan bireyler tarafından önemli işlevlerde kullanılır. Örneğin kullanışlı bilgi sağlamada, sezgisel problem çözme stratejilerini düşündürmede, problemin çözüm basamaklarını izlemeyi kolaylaştırmada etkin rolleri vardır. Duyuşsal yollar, bir matematiksel durumda bireyin tercih ettiği ve süreçte devam ettirdiği duygu hali olarak düşünülebilir. Duyuşsal yollar olumlu veya olumsuz olabilmekte, olumlu veya olumsuz olma sonucuna göre farklı geniş kapsamlı duyuşsal yapıların oluşmasına da sebep olmaktadır. Örneğin olumlu bir duyuş yolu izlendiğinde bir probleme karşı merak ve şaşkınlık duyguları için çözüm aranırken ilk başta olumsuz bir sonuçla karşılaşılabilir. Ancak problemi çözen birey olumlu duyguyla sezgilerini kullanarak yeni çözüm yolları bulabilir. Bu durumda çözümü zor olan matematik problemlerine karşı bireyin olumlu matematiksel kavramlarıyla problemin çözümü için görülen olumlu tahmin etme duygusu birleşir ve matematikle ilgili geniş kapsamlı olumlu duygu yapılarını oluşturur. Aksine bilinen yöntemlerle problemi çözmeyi deneyen bir birey ise olumsuz duyuşsal yolla hareket ettiğinde yeni çözüm yolları aramayacak ve sezgilerini kullanmaktan kaçınacaktır. Probleme karşı kaygı ve umutsuzluk durumu yaşanacaktır. Bu olumsuz duyguların fazla ve tekrar hissedilmesi durumunda bireyin matematik alanında kendinden nefret etme gibi geniş kapsamlı duygu yapılarının oluşmasına neden olur. Yani duygular bireyin matematikle ilişkisini hem kuvvetlendirebilir hem de zayıflatabilir [91,94].

Duyuşsal yeterlikler ise matematik konularıyla ilgili sistematik olarak kodlanan uygun duyuşsal durumlara bağlı olan bireyin yeteneklerine işaret eden bir kavramdır. Bu yeterliklere merak üzerine hareket etme, problemde strateji değiştirmek için hayal kırıklığı duygusunu bir işaret olarak alma gibi durumlar örnek verilebilir. Bu kavram, bireyin bir matematiksel durumda duygularının farkına vararak çözüm için uygun hareket edebilme özelliğini taşıması olarak düşünülebilir [91,94].

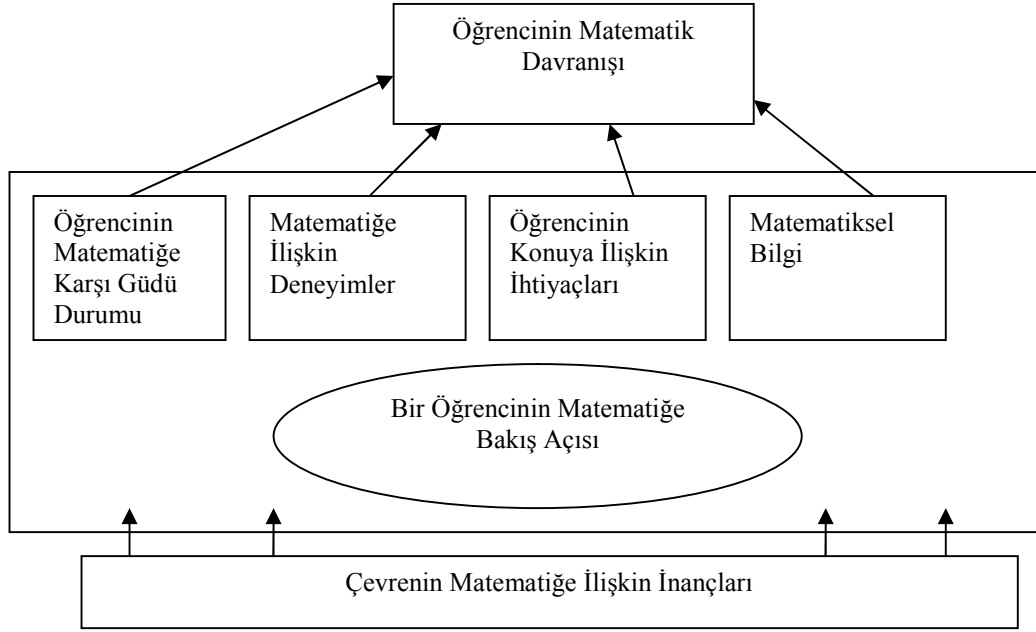
Her birey matematiksel problem çözüme gücünü çoğaltarak veya azaltarak, içeriğe bağımlı olan kendisi için anlamlı yapıları taşıyarak duyuşsal yolların ve yeterliklerin birbirleriyle bağlantılı karmaşık ağlarını yapılandırır. Bu yapılandırmalar, duyuşsal yapıların bir kısmını oluşturur [91,94].

Matematikle ilgili önemli duyuşsal yapılardan matematiksel yatkınlık, matematiksel doğruluk, matematiksel öz kimlik yapıları verilebilir. Birbirleriyle karşılıklı etkileşim halinde olan ve birbirini etkileyen duyuşun dört alt boyutun bu etkileşimleriyle duyuşsal yollardan meydana gelen geniş kapsamlı yapılar birleşerek bireyin matematikle ilgili duyuşsal alanı şekillenir. Duyuşa ait herbir boyut diğer bireylerin duyuşsal alanındaki ilgili unsurla etkileşim halindedir. Her bireyin duyuşu, içinde yaşadığı matematiksel veya eğitimsel alt kültürlerin birbirleriyle ilgili sistemlerinden derin olarak etkilenir. Böylece öğrencilerin duyguları, tutumları ve değerleri sadece belirli durumlar (örneğin sadece sınıfıçi etkinliklerde) içindeki diğer öğrencilerle veya öğretmenlerle paylaşılmaz, kendi akranlarınca ve okul yönetimi tarafından kurallara uygun duygusal beklentiler, tutumlar, inançlar ve değerlerle zaman içinde paylaşılır ve onlarla karşılıklı etkileşim meydana gelir. Bu durum genel bir yapıyı temsil eder [91,94].

### **2.3.1 Matematiksel İnançlar, Matematik Eğitiminde Matematiksel İnançların Yeri ve Önemi**

İnançlar, matematik öğretiminde önemli rol oynamakla birlikte öğrenenlerin öğrenme çıktıları bu inançlardan ve bunlarla olan tutumlardan etkilenmektedir [97]. Bunun yanında öğrenenin matematiğe bakış açısının inançlar, kavramlar, tutumlar ve hislerin bileşkesi olduğu düşünülmektedir. Bu bakış açısı, öğrencilerin matematikle ilgili durumlardaki eylemlerini ve düşüncelerini düzenleyen bir filtre görevi görür [98]. Öğrencinin sosyal çevre içinde geliştirdiği matematiğe yönelik inançlarının, öğrencinin matematik davranışıyla nasıl bir ilişkisi olduğu Şekil 2.5.'de görülebilir:





**Şekil 2.5 Çevrenin Matematiğe İlişkin İnançlarıyla Öğrencinin Matematik Davranışı Arasındaki İlişki [99,s.3]**

Şekil 2.5 incelendiğinde ve yukarıdaki anlatımlar da göz önüne alındığında öğrencinin matematik davranışı, içinde bulunduğu toplumun matematiğe bakış açısından, matematikle ilgili inançlarından bağımsız düşünülemez. Öğrencinin matematik öğrenmeye başlamadan ve öğrenmeye başladıktan sonra ilk inançları yaşadığı toplum içinde oluşur. Toplumun matematikle ilgili inançları benimsenir. Bu inançların etkisinde öğrencinin matematikle ilgili edindiği bilgiler, matematikte yaşadığı deneyimler, matematiğe ne kadar ihtiyaç duyduğunu hissetmesi ve ona yönelik güdü durumu gibi duyuşsal faktörlerle beraber öğrencinin matematikle ilgili davranışı oluşur.

Öğrencilerin, konuların içeriği hakkındaki inançları onların öğrenmelerini etkiler. Öğrencilerin matematiğin ne olduğu, matematik bilmenin ve yapmanın ne anlama geldiği hakkındaki inançları onların matematik hakkındaki inançlarını yapılandırmaktadır [100, s.1] . Bir kişinin matematik hakkındaki inançları onun matematiksel olarak dünyaya bakış açısı olarak tanımlanabilir. Öğrencilerin bakış açısı onların matematiği nasıl çalışacaklarını, nasıl ve ne zaman matematikle kendilerini ilgili tutabileceklerini etkilemektedir [101] .

İnançlar, davranışı yönlendirmekte ve bireylerin çevrelerine uyum sağlamalarında etkili olmaktadır. Araştırmacılar inançların bilginin kazanımı ve yorumlanmasını, görev tanımını ve seçimini, ders içeriğinin yorumunu ve anlaşılmayı kontrol etmeyi etkilediğini vurgulamışlardır [102] .

Underhill (1988)'e göre eğer matematik eğitimini ilerletmeyi bekliyorsak öğrencilerin matematik hakkındaki inançlarını değerlendirmeli ve onları bu inançların nasıl etkilediğini bilmeliyiz [103]. Bazı araştırmacılara göre ise matematikte başarı veya başarısızlığın sebebi olarak, algoritmalar, işlemler için gerekli olan matematik bilgilerini ve konularını bilmekten daha çok matematik başarısını etkileyebilen diğer faktörler olan bir kişinin aldığı kararlara, duygulara ve inançlara bağlı olduğu düşüncesini dile getirmişlerdir [101, 104,105].

İnançlarla ilgili kavramları tanımlamada çeşitli zorluklar vardır. Yani matematikteki inançlarla ilgili tanımlamalarda henüz bir fikirbirliği oluşmamıştır. Bazı araştırmacılar tarafından inançlar bilginin bir parçası olarak görülmüş [ 102], bazıları inançları tutumların bir parçası olarak ele almış [106], bazıları bilişötesinin bir parçası olarak düşünmüş [89], bir kısmı da kavramların bir parçası olarak onları şekillendirmiştir [107].

Matematiksel inançlar, öğrencilerin düşünce ve eylemlerini en çok değişime uğratan filtreler olarak görülmekle [102] birlikte tek başlarına öğrencilerin davranışlarını ve öğrenmelerini açıklamada yeterli olamamaktadır. Bunun için inançlar, güdülenme, kendine güven ve olumlu öğrenci davranışları gibi faktörlerle birlikte ele alınmalıdır. Çünkü bu faktörler sadece öğrenmeyi desteklemezler aynı zamanda onun bir parçasıdır [99]. Bununla birlikte, öğrencilerin matematiğe yönelik inanç ve tutumlarının onların başarıları ve derse katılım sağlamaları üzerinde güçlü etkileri de bulunmaktadır. Özellikle problem çözme becerileri üzerindeki etkileri diğer durumlara göre çok daha fazladır. Öğrencilerin matematiksel bilgi ve becerilerin doğası, matematiksel problem çözme ve kendi matematiksel yetenekleri hakkındaki inançları onların derse ve öğrenmeye katılımları konusunda karar verici niteliğe sahiptir. Ayrıca yetersiz öz düzenleyici durumların varlığında; olumsuz

duygu ve düşünceler matematik öğrenme durumlarında öğrencilerin engelleyici inanç ve algılamalarıyla bağlantı kurmaktadır [91,92, 108]. Öz düzenleme kavramı, öğrenenin karmaşık etkinliklerini kontrol etmeye ve yönetmeye yönelik çabalarıdır. Öz düzenleme bilişsel strateji kullanımını, bilişötesi işlemleri, motivasyonel inançları içeren üç temel bileşenden oluşmaktadır. Yani temel öğeleri biliş, bilişötesi ve motivasyon bileşenleridir [109].

İnançlar, yukarıda belirtildiği gibi tutumlara da hizmet eden durumlardır. İnançlarla ilgili çalışmalar, tutumlarla bağlantılı olabilmekte, inançlarla tutumlar benzer durumlar ortaya koyabilmektedir. Matematiğe yönelik inançlar ve tutumlarla ilgili literatürdeki çalışmalar, öğrencilerin inançlarının ve tutumlarının ilköğretim birinci kademededen ortaöğretime doğru olumsuzluğunu artırarak taşındığını göstermektedir [110,s.23]. Öğrencilerin gerek olumsuz gerekse olumlu olarak görülen bu gibi inançları ve bunlardan kaynaklanan davranışları yüksek düzeyde kararlılığa sahip olup çok zor değişime uğramaktadır [ 94, 102, 111]. Bu olumsuz inanç ve duyuşsal öğelerin sebep olduğu davranışların önlenmesi ve olumlu durumların oluşturulabilmesi sağlanabilir. Örneğin; Kloosterman, Raymond ve Emaneker (1996), bir öğrencinin matematiğin kullanışlı olduğu hakkındaki inancının artırılmasıyla matematiğe yönelik genel güdülenmesinin arttığını ve bunun da başarıyı getirdiğini iddia etmektedir [112] . Suthar ve Tarmizi (2010) de, öğrencilerin matematiği önemli görmeye ve bir kişinin matematik becerisine yönelik inançlarla matematik başarısı arasında anlamlı bir ilişki olduğunu bulmuşlardır [113]. İnançları olumlu yönde ilerletmenin yollarından biri de öğrenme ortamına yapılan müdahalelerdir [114].

Öğrencilerin matematik hakkındaki inançları değerlendirilerek onların daha önce öğrendikleri olumlu inançları geliştirmelerine yardımcı olunabilir. İnançların değerlendirilmesi, matematik öğretmenlerinin öğretimi planlamada ve uygun öğrenme çevresini yapılandırmada yararlı olabilecektir [115] .

### 2.3.2 Matematiğe Yönelik Kaygılar ve İlgili Durumlar

Kaygı, bir bireye yönelik algılanan bir tehdide yönelik cevap anlamında kullanılır. Tehdit, gerçek ya da hayali olabilir. Tehdit altında olan bireyler aciz durumda olmakta, sıkıntılı duygular ve düzensizlik içinde ve deneyimleriyle de korkuyu yaşamaktadırlar [116, s.16]. Diğer bir tanımda kaygı, belirsizlik, korku, endişe, huzursuzluk, kontrol kaybı ve kötü bir şey olacağı beklentisiyle hoş olmayan duygu durumu olarak tanımlanmaktadır [117].

Kyosti( 1992), kaygının tehdit edici bir durum olduğunu ve kaygının bilişsel, duygusal ve davranışsal ve bedensel boyutlarını içeren karmaşık bir durum olduğunu vurgulamıştır [118]. Kaygının bilişsel, duygusal ve bedensel yönleri vardır. Bilişsel yönü; bireyin kendi hakkında olumsuz değerlendirme yapması ve performansla ilişkin endişe duyması, duygusal yönü; gerilim ve huzursuzluk hislerini, davranışsal yönü; beceriksizlik, susma, az konuşma, geri çekilme, bedensel yönü; avuç içi terlemesi, kalp atım hızının artması gibi somatik tepkileri içerir [119].

Matematik kaygısı ise, bir kişinin sayı ve şekillerle işlemler yapmaya ve matematiksel problemleri çözmeye ihtiyaç duyduğu zaman yaşadığı gerilim duygusu, zihinsel düzensizlik korkusudur [120,s.98]. Matematik kaygısı tehlikeli bir durumla karşılaşıldığında yaşanan belirsizlik duygusu ve çaresizliktir [121,s.205].

Matematik kaygısı birçok alt boyutta ele alınmıştır. Genel olarak belirtilirse, matematik kaygısının alt boyutları olarak problem çözme kaygısı, değerlendirme kaygısı, matematik test kaygısı, sayı kaygısı, matematik öğrenme kaygısı ve soyutlama kaygısı olarak görülmektedir [122].

Matematik kaygısı, hem zihinsel hem de bilişsel olarak matematikten korkmayı içerir. Düzeyi az olan kaygı bireyi motive ederken, çok fazla kaygı algılamayı azaltarak, kısa süreli belleğe engel olup, beynin normal işleme mekanizmasında bir azalmaya neden olur [123, s.2]. Matematik kaygısı öğretmenlerle ve sınıf ortamıyla da ilişkilidir. [116,s.16] .

Gierl & Bisanz (1995)'e göre, iki çeşit matematik kaygısı vardır :

- Matematik test kaygısı; geçmiş, şimdi ve gelecekteki matematik durumlarıyla ilgili tedirginlik hissetme olarak tanımlanır.
- Matematik problem çözme kaygısı; öğrenenlerin matematik problemlerini çözmek ve bazı yollarla çözümlerini kullanmaya ihtiyaç duyulan okul içindeki ve dışındaki durumlarla ilişkili olarak tedirginlik duygusu yaşamak olarak tanımlanır [124, s.142].

Yürütülen çalışmaların sonucunda, öğrenenlerin okulda daha üst sınıflara doğru ilerlerken matematik testi durumlarına karşı daha çok kaygı yaşadıklarını göstermiştir [124, s. 139].

Matematik kaygısına neden olabilecek birçok faktör vardır. Bu kısım altında yürütülen çalışmayla ilgili olabilecek faktörler açısından kaygının nedenleri üzerinde durulmuştur.

Matematik kaygısı Mitchell (1987)'in tanımladığı gibi fiziksel, bilişsel ve psiko-davranışsal unsurların bir birleşimi olarak tanımlanabilir. Matematik kaygısının fiziksel durumları düşünme yetersizliğiyle sonuçlanan biyolojik, hormonal, kimyasal ve kassal değişimlerin birleşiminden oluşan değişimlerdir [125,s.15].

Stuart (2000), matematik kaygısının sebebinin matematiksel durumlarla çalışıldığında güven eksikliği olarak tanımlamıştır [126, s.331]. Hodges (1983), matematikte başarı veya başarısızlığın bireysel öğrenme stilleriyle ilişkilendirilebileceğini ve daha çok sunulan materyaldeki matematik kaygısı sendromunun gerçek hayat kaynağının “ açıkla-uygula-hatırla” öğretim paradigmasından olduğunu ileri sürmüştür. Öğretmenlerin formül hatırlamaya çok fazla vurgu yaparak, uygulama ve alıştırma yardımıyla matematik öğretmeyi benimseterek, alışılmış hafıza kurallarını uygulayarak ve geleneksel yolla işe koyularak kaygıyı oluşturduklarını vurgulamıştır. Matematik kaygısının diğer bir kaynağı sözel problemler olarak tanımlanmıştır [127,s.18]. Tobias (1993), matematik kaygısının sözel problemlerden kaynaklandığına inanmaktadır [128,s.129].

Matematik kaygısı; testleri, ev ödevini veya sınıftaki eğitimi içeren matematik sınıflarında ihtiyaç duyulan sayıların manipülasyonu hakkındaki tedirginliğin bir sonucudur [120, s.123]. Martinex (1987) matematik kaygısının önemli bir unsurunun başarısızlık korkusu olduğunu tanımlamıştır [129, s.123]. Araştırmalar, öğretmenin kendi matematik kaygısının öğrenenler için matematik kaygısının sebebinin olabileceğini göstermiştir. Öğretmenin kendi matematik kaygısının muhtemelen öğrencilerine transfer ettiğini vurgulamıştır [129,s.117]. Son olarak öğrencilerin akranlarının ve öğretmenlerinin varlığında matematik performanslarında kaygı yaşadıkları bulunmuştur [130,s.66].

Matematik kaygısının birçok sonuçları vardır. Burada çalışmayla ilgili olabilecek kısımlar ele alınmıştır. Duygu ve kaygı, öğrenmek için bir öğrencinin yeteneğinde olumsuz etkiye neden olur. Matematik kaygısının sonuçlarından biri kaygısı olan öğrencilerin bilgiyi etkili olarak anlamadıkları veya bilgiyle iyice ilgilenemedikleri bunun sonucunda da öğrenemedikleridir. Aşırı duygunun varlığında işleyen hafıza bastırılır ve öğrenci elindeki görevle ilgili tüm bilgiyi doğru düşünemediği için aklında tutamaz [131,s.79]. Benzer şekilde Skemp ( 1986), kaygının performansı, yüksek seviyedeki zihinsel etkinlikleri ve kavramsal süreçleri zayıflattığını vurgulamıştır [132,s.54]. Wells (1994) ise güçlü duygular, düşünmeyi engeller ve baskı altındaki öğrenciler anlamaktan daha çok hatırlamaya çalışırlar, sonuçta bu durumda matematiksel olarak öğrencileri etkilediğini vurgulamaktadır [133, s.9].

Ashcraft ve Faust (1994), yüksek düzeyde matematik kaygısına sahip öğrencilerin matematikle ilgili durumlarda bulunmaktan kaçınma eğiliminin olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca düşük kaygıya sahip öğrenci grubunun sürekli olarak orta düzeyde kaygı yaşayan gruptan daha hızlı ve daha doğru matematiksel işlemler yaptıklarını bulmuşlardır. En çok kaygılanan grubun hata yapmaya en yakın olan grup olduğunu, yüksek düzeyde matematik kaygısına sahip olan öğrencilerin sadece görevi bitirmek için çalıştıklarını, yaptıkları işin doğruluğunu gözden çıkardıklarını bulmuşlardır [120, s.97-121].

Kaygıyı azaltmak için birçok yöntem ve yol bulunmaktadır. Bu bölümde çalışma bağlamındaki yollar ele alınmıştır.

Vacc (1993), uygulama ve alıştırmadan daha çok anlamayı vurgulayan kişisel ve süreç yönelimli öğretim yönteminin kaygıyı azaltacağına ifade etmiştir [134,s.226]. Problem çözme ve problemleri çözmek için çeşitli stratejilerin tartışımı matematik kaygısının önlenmesi için önemlidir [135, s.662].

Matematik kaygısını azaltmada etkili olabilecek bir diğer durumda hatalara karşı öğretmenin göstermiş olduğu tutumdur. Hatalara karşı öğretmenin sınıfta göstermiş olduğu olumlu tutum sınıfta kaygıyı azaltmada en önemli adımlardan biridir Öğrenciler, hataların öğrenme sürecinin önemli bir parçası olduğunu anlamaya ihtiyaç duyarlar ve hatalar öğrencilerin neyi anlamadıklarını keşfetmelerine yardımcı olur. Öğrencilerin hata yapmaları onların ilerlemelerini görmek için zorunluluk taşır [ 116,s.18].

Günlük tutmak kaygıyı azaltabilir. Öğrenenlerin düşüncelerini genişletmek için yazıyı kullanmaları onların yeni kavramları açıklamalarını ve açık olmayan fikirleri sorgulamalarını sağlar [126,s.334]. Günlükler, matematikte ilerlemenin somut delilleri olarak görülür [136,s.171].

Bilişsel faktörler de kaygıda hesaba katılmalıdır. Ma (1999), öğrencilerin matematik öğrenmede yaşadıkları bilişsel zorlukların üstesinden gelmede yardımcı olan davranışların matematik kaygısını azaltmada kullanılabileceğini belirtmiştir [137,s.532].

Matematik kaygısını azaltmada birçok yol bulunmaktadır. Burada çalışmayla ilgili olan unsurlar ele alınmıştır.

Problemleri çözmek için çeşitli stratejilerin tartışma ve problem çözme matematik kaygısını önleyebilir [135,s.662]. Ayrıca tartışma ortamı da dâhil, grupta yapılan etkinlikler kaygıyı azaltıcı rol üstlenebilir. Öğrencilerin akranlarıyla işbirlikçi

çalışmaya cesaretlendirilmeleri kaygıyı azaltabilir [134, s.226, 138, s.298]. Öğrencilerin kendi kararlarını almaları için özgür olmaları gerekir [133,s.10].

### **2.3.3 Tutum ve Matematiğe Karşı Tutumlar**

Tutumlar; duygusal, bilişsel ve davranışsal unsurların birleşiminde oluşan kuramsallaştırılmış psikolojik yapılardır. Tutumlar, onları taşıyan insanlar için sosyal ifade olarak değerli, anlamlı, faydacı ve savunucu işlevler olarak hizmet eder [139]. Tutumları değiştirmek için yeni tutumlar da eski tutumlar gibi aynı işlevi görmelidir. Tutum değişimini etkilemek için eğitimsel tasarım eğitimsel çevrelerce oluşturulabilir. Sosyal psikolojinin muhteşem doğası içinde, tutumlar; tipik olarak duygusal etki alanında sınıflandırılırlar ve isteklendirme kavramının büyük bir kısmını oluştururlar [140].

Tutumun tanımı, tanımın amacına bağlıdır. Tutumla ilgili çalışan çoğu araştırmacı tanım için temel olarak değerlendirme kavramını göz önünde tutarlar [141]. Petty ve Cacioppo (1986), tutumun tanımını şöyle yapmışlardır: “Tutum ve davranış kişilerin kendisi, başkaları veya başka nesnelere, olaylar veya sorunlar hakkındaki genel değerlendirmeleridir. Bu genel değerlendirmeler birçok davranış (behaviour), duygusal (affective) ve bilişsel (cognitive) temellere dayanır ve bunlardaki gelişim, değişim ve oluşumları etkiler.” [142]

Greenwald (1989)’a göre tutumlar yaygın tahmini davranışlardır, algılama ve hafızadaki güçtürler ve çeşitli psikolojik işlevler görürler [140]. Buna takiben tutumların yapısı hakkında tartışma hala sürmektedir [139]. Bununla birlikte eğitimsel tasarımcılar tutumların bilişsel, duygusal ve davranışsal unsurlardan meydana geldiğini varsayarlar [143]. Tutumlar yapılarından dolayı doğrudan görülemediklerinden hiçbir zaman çözülemeyebilirler [139].

Tutumla ilgili bir tanım verildiğinde, tutum tanımı üç tutum tanımı kategorisinden birinin içine girer:



1. Tutumun basit bir tanımı, kesin bir konuyla ilişkili olan olumlu veya olumsuz duygulanım derecesi olarak tanımlanır. Bu bakış açısına göre matematiğe karşı tutum sadece matematiğe karşı olumlu ve olumsuz duygusal eğilimdir [92].
2. Tutumda üç unsurun olduğunu kabul eden çok boyutlu bir tanım vardır. Bu boyutlar duygusal cevap, konuyla ilgili inançlar, konuyla ilgili davranışlardır. Bu bakış açısından matematiğe karşı bireyin tutumu; bireyin matematikle ilişkilendirdiği duyguları, matematiğe karşı bireyin inançları ve davranışlarının nasıl olduğuyla ilgili olarak daha karmaşık bir yolla tanımlanır [144] .
3. Davranışların açıkça görünmediği iki boyutlu tutum tanımları da vardır. Bundan dolayı matematiğe karşı tutum matematikle ilişkili duygular ve inanç örüntüleri olarak görülür [145] .

Tutumların ölçülmesi, teorik olarak tutumun doğası üzerinde yapılan tartışmalarla ilgilidir. Sosyal psikologlar, insanların nesnelere ve fikirlere farklı pozitif ve negatif değerlendirme dereceleriyle cevap verdiklerini belirtmişlerdir. Cevaplar duygusal bilişsel veya davranışsal olabilir. Sosyal psikologlar, bu cevapların arkasında yürütücü gücün, adının tutum olduğunu idrak etmişlerdir. Tutumun etkilerinin ne olduğunu anlamak için tutumu ölçerek ilerlemeye çalışmışlardır. Tekniksel olarak tüm cevapların davranış olduğunu not etmek önemlidir [146] .

Matematik eğitiminde tutum inançla doğmuştur ve tutum olarak adlandırılan şey matematik öğrenmede önemli rol oynamaktadır. Ama sonuç olarak matematiğe karşı olumlu tutumla matematik başarısı arasında bağ olduğunu vurgulayan bir sonuca ulaşılmamıştır [147]. Bundan dolayı, matematik öğrenmeye karşı olumlu tutum gelişimini kolaylaştıran eğitimsel yöntemler arasındaki bağlantıları devam etme zorunluluğu taşımaktadır [148].

Matematiğe karşı tutumlar çeşitli açılardan ve birçok farklı düzeyde öğrenci üzerinde araştırılmıştır. Matematiğe karşı tutumda cinsiyet farklılıkları [149], matematiğe karşı tutumları etkileyen etmenler [150], matematik kaygısı ve

matematiğe karşı tutum [151] ve matematiğin öğretimi [152] bu çalışmaların bazılarıdır.

Aiken (1970), Leder (1992) ve Bramald, Hardman ve Leat (1995) gibi araştırmacılar, öğretmenlerin matematiğe karşı olan tutum, davranış ve inanışlarının; öğrencilerin matematiğe karşı olumlu tutum ve davranış oluşturmalarında önemli bir faktör olduğunu kabul etmişlerdir [153,154,155].

Aiken (1980)'e göre tutumlar başarıyı başarı da tutumları etkilemektedir [156]. Bloom (1979), tutum ile başarı arasında pozitif bir korelasyon olduğunu ortaya koymaktadır [157]. Meyer ve Koehler (1990)'a göre tutum öğrencilerin öğrenmesinde önemli bir yer tutmaktadır [158]. Ayrıca, öğretmenlerin tutumlarının öğretmenlerin öğretme biçimini etkilediğini ve bunun da öğrencilerin derse yönelik tutumlarına etki ettiği çeşitli araştırmalarda vurgulanmıştır [100,159].

#### **2.4 Matematiksel Modelleme ve Matematik Eğitiminde Duyuşsal Alan**

İnançlar, tutumlar ve duygular matematikte eleştirel ve yaratıcı düşüncelerin gelişiminde önemli rol oynarlar. Modelleme, matematiksel kavramların öğrencilerce daha iyi anlaşılmasını sağlamayı, özel durumlu problemleri çözmeyi ve formüle etmeyi onlara öğretir, onların eleştirel ve yaratıcı düşüncelerini harekete geçirir, matematiğe ve onun görüntüsüne yönelik tutumlarına yön verir. Modelleme ve uygulamaları, öğrencilerin yeterliklerinin gelişimine gerekli katkıları sağlayabilir. Bu, tüm matematik programlarında neden matematiksel modellemenin olmasını açıklar [42, s.160-162].

Yakın geçmişte, matematiğe yönelik tutumlar ve matematikle ilgili fikirler olan matematiksel inançlar, matematik sınıflarında modelleme alıştırmalarının bütünleştirilmesine yönelik en önde gelen engeller olarak tartışılmaya başlanmıştır [160].

Ayrıca MaaB (2005)'e göre öğrencilerin matematiksel inançları hemen hemen hiç analiz edilmemiştir. Yukarıda açıklanan modelleme yeterliklerinin gelişimi üzerinde inançların etkisi olduğu kadar biliş ötesi modelleme yeterliklerinin kazanımı da analiz edilmemiştir [160]. Bu sebeplerden dolayı MaaB(2005) çalışmasında modelleme derslerinin öğrencilerin matematiksel inançları üzerindeki gücüne ve diğer yandan da modelleme yeterliklerinin gelişimine odaklanmıştır. Araştırma soruları şu şekildedir:

- Modelleme alıştırmalarıyla bütünleşen matematik dersinde öğrencilerin matematiksel inançları nasıl değişmektedir?
- Modelleme alıştırmalarıyla bütünleşen matematik dersinde öğrencilerin kendi başlarına modelleme süreçlerini yürütmelerini ne kadar sağlayabilir?
- Matematiksel inançlarla modelleme yeterlikleri arasında nasıl bağlantılar vardır? [160]

Bu inançlar bilişsel ve duyuşsal boyutlarda incelenmiştir:

Konuya bağlı olmaksızın bilişsel olarak biçimlendirilen inançlar: Bilişsel önceliği olan inançlar

- Matematik sınıflarında kısa öğretim süreci hakkındaki inançlar
- Öğrenmenin gerekliliği hakkındaki inançlar

Konuya bağlı olmaksızın duyuşsal olarak biçimlendirilen inançlar: Duyuşsal öncelikli inançlar

- Öğretim yöntemleri hakkındaki inançlar
- Matematik sınıflarındaki atmosfer hakkındaki inançlar
- Kavrama (anlama) hakkındaki inançlar [160,161]

Çalışmada, birbirine paralel iki 8.sınıftan 6 modelleme ünitesi yardımıyla, nisan 2001'den haziran 2002'ye kadar veri toplanmıştır. Bu öğretim üniteleri farklı uygulama alanlarından oluşmuştur. Yöntem olarak Gömülü teori ve eylem araştırması kullanılmıştır. Çalışma boyunca, gelişimlerini izlemenin yanında çalışmanın başlangıcında modelleme yeterliklerini ve öğrencilerin inançları da incelenmiştir. Çalışmanın bütünü boyunca veri toplama araçları olarak görüşmeler,

öğrenci günlükleri anketler kullanılmıştır. Modelleme yeterliklerine ait veriler testler ve yazılan sınıf testleri, kavram haritaları ve görüşmelerle toplanmıştır. Değerlendirme Yöntemlerinde, nitel araştırmada farklı yöntemlerin birleşimine göre iki farklı değerlendirme topolojisi oluşturulmuştur [160]

- İnançları değerlendirme için gömülü teoriye bağlı olarak teorik kodlama yapılmıştır. In-vivo kodları Grgutsch'in kategorilerinin kodları kullanılmıştır.
- Modelleme yeterliklerini değerlendirmek için Blum ve Kaiser (1997) belirttikleri kullanılmıştır.

Sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

• Öğrencilerin modelleme örnekleriyle ilgili davranışları onların matematiksel inanç sistemlerinden etkilendiğini gösterir. Onların konuya dayalı ve dayalı olmayan farklı inançları, bir eyleme girmek için bütünleştirilmiş özel eylemlere yönlendirir. Tanımlanan matematiksel inanç sistemleriyle öğrencilerin eylemleri arasındaki karşılıklı ilişkisellikten 6 ideal tip tanımlanabilir:

İdeal tip A: Öğrenciler, uygulama odaklı inanç sistemine sahiptirler ve o modelleme örneklerini olumlu olarak görürler. Uygulama odaklı inançlar çalışma süresince artar.

İdeal Tip B: Öğrenciler süreç odaklı inanç sistemine sahiptirler ve modelleme etkinliklerine yönelik olumlu tutuma sahiptir. Uygulama odaklı inançlar çalışma boyunca artar.

İdeal tip C: Öğrenciler şema odaklı matematiksel inanç sistemine sahiptirler, duygusal bir yolda modelleme örneklerini kabul etmezler. Çalışmanın sonuna kadar uygulama odaklı inançlar gelişmez.

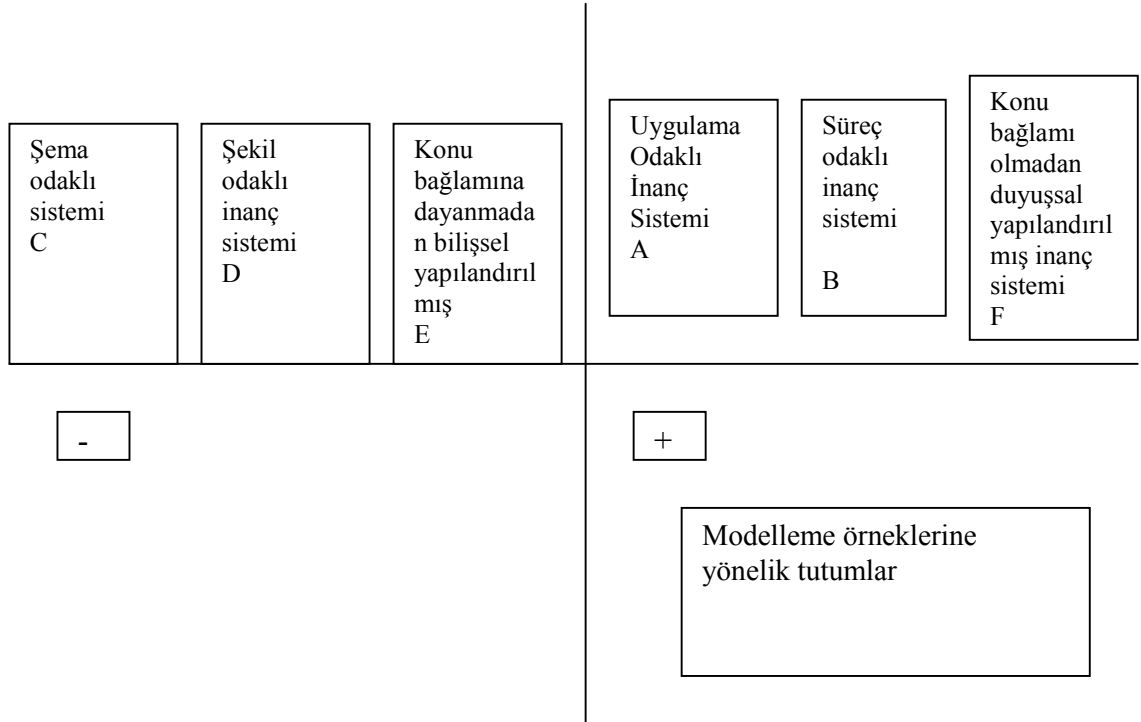
İdeal tip D: Öğrenciler şekil-odaklı matematiksel inanç sistemine sahiptirler ve duygusal yolla modelleme örneklerini reddederler.

İdeal Tip E: Konuya dayanmadan bilişsel olarak şekillendirilen inanç sistemlerine sahiptirler. Bu inanç sistemleri kısa süreli öğretim üniteleri, küçük önemli metinler, öğrenmenin çok az gerekli olduğu hakkındaki inançları içerir. Sadece birkaç uygulama odaklı inanç geliştirirler.

İdeal Tip F: Bu öğrenciler öğretim yöntemlerine, atmosfere ve anlamaya yönelik inançları içeren konu bağlamı olmaksızın duyuşsal olarak biçimlendirilmiş inanç sistemlerine sahiptirler. Dahası öğrenciler içeriği tamamen anlayabileceklerine

inanırlar. Modelleme örneklerine olumlu olarak yaklaşırlar ve uygulama-odaklı inanç geliştirirler [160].

Çalışmadaki öğrencilerin çalışma sonuna kadar uygulama odaklı inançları gelişmemiştir. Modelleme etkinliklerine katılanların matematiksel inançlarıyla modelleme örneklerine olan tutumları arasında ilişki aşağıdaki Şekil 2.6.'da görülebilir:



**Şekil 2.6 Modellemede Eylemsel Örüntüler [160]**

• Öğrencilerin matematiksel inançları modelleme yeterliklerini kazanmada büyük bir etkiye sahiptir. Çünkü öğrencilerin matematiğe ve modellemeye yönelik tutumları matematiksel inançlarıyla yakından ilgilidir. Modelleme ve matematiksel yeterlikler belirlenmiş ve dört modelleyici tipi oluşturulmuştur [160] :

İdeal Tip-I: Gerçeklikten uzak modelleyici

Gerçeklikten uzak modelleyici içeriği serbest olan matematikle ilgili olumlu bir tutuma sahiptir. Modelleme örneklerini kabul etmezler ve gerçek hayat problemi

bağlamlarıyla ilgili değildir, duyuşsal engel oluşmuştur. Yeni gerçek modelin yapılandırılmasıyla geçerliğin sağlanması ve yorumlanmasıyla ilgili problemleri vardır.

#### İdeal Tip 2: Matematikten Uzak Modelleyici

Matematikten uzak modelleyiciler açıkça gerçek yaşam problemlerinin bağlamına yönelik tercihte bulunurlar. Matematiğe yönelik olumsuz tutum ve düşük performans gösterirler. Bu öğrenciler, modelleme örneklerine heves duyarlar. Problemleri analiz etme ve yapılandırma için anlam yeterliklerinin yardımıyla gerçek modeli yapılandırabilirler ve çözüm tamamen geçerli kılınabilir. Becerinin yoksunluğu matematiksel modeli yapılandırmada matematiksel bir çözüm bulmada ve karmaşık çözümleri yorumlamada bulunur.

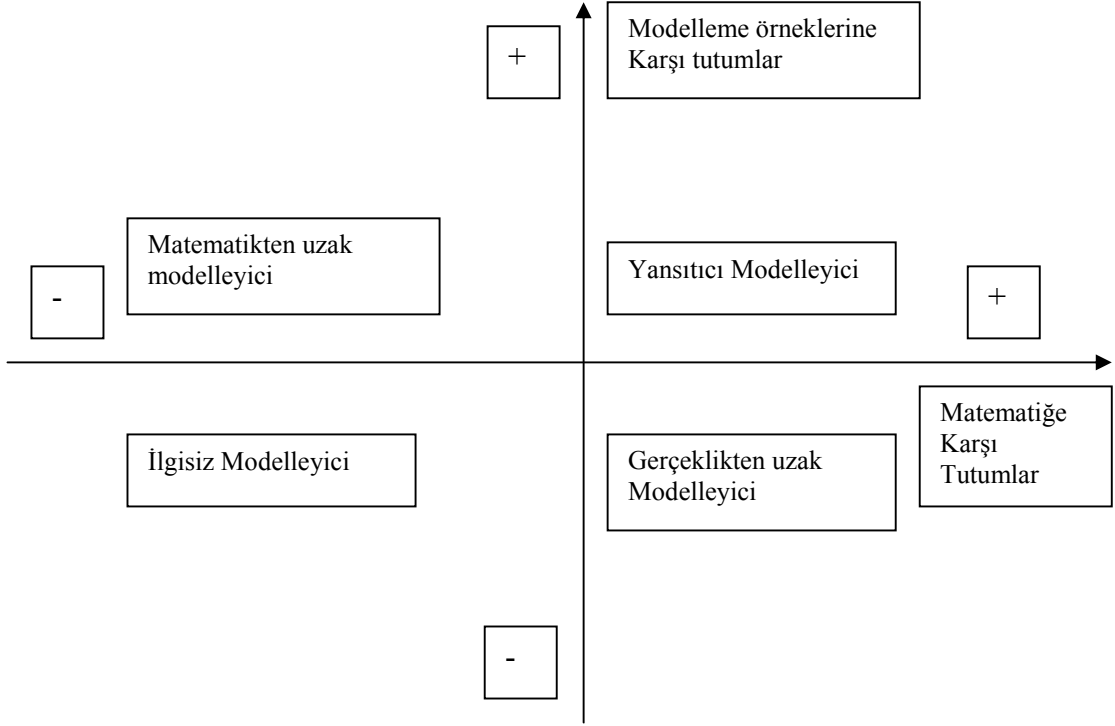
#### İdeal Tip 3: Yansıtıcı Modelleyici:

Yansıtıcı modelleyiciler modelleme örneklerine olduğu kadar matematiğe yönelik de olumlu tutum taşırlar. Matematikte yeterli performans gösterirler.

#### İdeal Tip 4: İlgisiz Modelleyici:

İlgisiz modelleyiciler ne gerçek hayat probleminin bağlamıyla ne de matematiğin kendisiyle ilgilidirler. Matematiksel yeterliklerde eksiklikler vardır. Modelleme problemleriyle ilgilenirken modelleme sürecinin her bölümünde problemler oluşur.

Çalışmada, modelleme görevleriyle ilgili tutumlar ve matematiğe yönelik tutumların modelleme yeterliklerinin gelişimi üzerinde güçlü etkisi olduğu belirtilmiştir [160].



**Şekil 2.7 Modelleyici Tipleri [160]**

Yukarıdaki Şekil 2.7.'deki durumlar matematiksel inançlarla matematiksel modelleme örneklerine yönelik tutumların karşılıklı etkileşimiyle elde edilmiştir. MaaB (2005)'a göre öğrencilerin matematiksel inançları olduğu kadar öğretmenlerin de matematiksel inançları günlük matematik öğretiminin uygulanmasıyla üst düzeyde öneme sahiptir. Bununla ilgili engeller olabilmektedir [160].

Matematiksel modellemedeki inançlar modelin parametlerine yönelik göreceli olarak önemlidir. Neil (2003)'e göre yeni bir yöntem veya yeni bir öğrenme çevresi tam olarak kusursuz değildir. Olumsuzlukları olmasına rağmen güçlü yanları da vardır [162]. Yeni bir yaklaşımı değerlendirmede, matematiksel modellemenin kendisi karmaşık olduğundan öğrencilerin tutumlarını ölçmek kolay olmamaktadır [163]. Ancak öğrencilerin nasıl davrandıklarını ve modelleme projelerine yönelik tutumlarını bulmak için uygulamalı matematiksel modelleme çalışmalarında yer alarak matematiksel modeller geliştirmeleri önemli görülmektedir [58].

Sonuç olarak, model ve model oluşturma bakış açıları, modellerin içerdiği buluş yollarını, bilişötesi süreçleri, değerleri, tutumları, inançları onların oluşturduğu yapılardan ve kavramsal sistemlerden ayrı görmez ve hepsinin paralel ve karşılıklı etkileşimle geliştiğini öne sürer. Onların oluşturduğu kavramsal sistemler gibi bu bilişötesi işlevler, değerler, tutumlar, inançlar ve buluş yolları aynı zamanda bir durumdan diğerine verimlilik bakımından değişkenlik gösterir [31].

## **2.5. Modellemede Grup Çalışmasının Yeri ve Rolü**

Modellemede grup çalışması önemli görülür. Grup çalışması, öğrencilerin katılımına, güdülenmenin artışına, gerçek hayat bağlamı ve matematiksel kavramların daha iyi anlaşılmasına ve başarı için gerekli tekniklere katkı sağlar. Grup çalışması, modelleme problemleri için uygun bir çalışma şekli olarak görülmektedir. Gruplar öğrencilerin kendilerince veya öğretmen tarafından şekillendirilir. Gruplar, rastgele veya kasten şekillendirilebilir, gruplar homojen (grup elemanları benzer kapasiteye sahip) veya heterojen komumda olabilir. Gruplar, çeşitli işlevler görebilirler:

- Gruplar, devamlı olarak bozulabilir ve tekrar oluşturulabilir.
- Gruplar, güzel bir sosyal çevre olarak işlev görür. Gruplar öğrenmeyi kolaylaştırıcı olarak görülmezler ama bu gibi çevresel etkenler bazı öğrencilerin öğrenme süreçleri için önemli bir role sahiptirler.
- Grup üyelerinin her biri aynı problemler üzerinde paralel çalışırlar, ancak ortak bir karara ulaşmak için devamlı olarak yaklaşımlar, yöntemler ve sonuçlar tartışılır, görüşülür ve kontrol edilir [ 44].

Bir ME'ye başarılı bir şekilde çözmeye bir öğrencinin sırasıyla dahil olabilmesindeki görevler olarak görülebilir. Öğrencinin işbirliği halinde üçerli dörderli gruplarda çalışarak ME ilerler [25] .



## 2.6 Matematik Eğitimi ve Biliş

Lester, Garofalo ve Kroll (1989)'ya göre, biliş kelimesi bilginin kazanımına ve kullanımına yani bilgiden yararlanmaya işaret eder [164, s.31]. Bilişsel psikoloji bilişi incelemektedir. Bilişsel psikoloji, bilginin algılanmasıyla, anlamayla düşünmeyle, cevabın üretimi ve formüle edilmesiyle uğraşır [165,s.2]

Bilişsel psikoloji, düşünen zihnin bilimsel incelemesi olmakla birlikte

- Dünya ile ilgili bilgiyi nasıl dikkat ettiğimiz ve onu nasıl edindiğimiz,
- Bu bilginin beyin tarafından nasıl işlendiği ve depolandığı,
- Problemleri nasıl çözdüğümüz ve nasıl düşündüğümüz
- Dili nasıl ifade ettiğimiz ile bağlantılıdır [165,s.2]

Matematik eğitiminde de biliş yer almaktadır. Matematiksel biliş çalışması, matematiksel işlemlerdeki yapı ve sürecin temel sorularına yanıt aramaya çalışır. Bu sorular:

- Sayısal ve matematiksel bilgi beyinde nasıl gösterilir (temsil edilir) ?
- Matematiksel problemleri nasıl çözeriz?

Bilişsel psikologlar, bu soru türlerine beynin işlevsel yapılarını anlamaya çalışarak yaklaşmışlardır. Örneğin matematik yaparken kişinin performansını modellemişlerdir. Bilgisayarlı benzetimleri içeren matematiksel biliş modelleri beynimizin matematikle ilgili işlevlerini anlamamızda avantajlar sağlamıştır. Çünkü kişinin performansının başarılı olarak modellemek için öncelikle çocukların ve yetişkinlerin matematiksel problemleri çözerken geçirdikleri süreçleri tam olarak anlamaya ihtiyaç vardır. Bilişsel psikolojinin inceleme alanı çok geniş bir yelpazeyi kapsar [166,s.98] .

Bilişsel psikoloji duyumdan algıya, örüntü tanımaya, dikkate, bilince, öğrenmeye, belleğe, kavram oluşturmaya, düşünmeye, zihinde canlandırmaya, hatırlamaya, dile, zekâyâ, duygulara ve gelişime kadar tüm psikolojik süreçleri içine alır ve davranış alanının tüm çeşitliliğini kapsar [165].

Sonuç olarak bir bireyin bilişsel becerisi onun bilgiyi kazanma ve bilgiyi kullanma becerisine işaret eder [164,s.31] .

### 2.6.1 Problem ve Problem Çeşitleri

Problemin tanımıyla ilgili çeşitli tanımlamalar yapılmıştır. Dewey (1933), Koffka (1935), Ackoff ve Emerj (1972), Bartee (1973), Agree (1982)'nin yaptığı tanımlamalarda bir problem;

- Bir zorluk hissetme,
- Aşılması gereken bir engel veya eksiklik,
- Mevcut olan durumla istenilen durum arasındaki fark, eksiklik ve çelişki,
- Amaçlı(kasıtlı-anlamlı) bir durumdan memnun olmama,
- Muhtemel bazı zorluklar taşınmasına rağmen, bazı temsilcilerle çözülebilen, istenilmeyen bir durumdur [167].

Bu tanımlarda ortak olarak, istenilmeyen bir durumdaki inanışa veya bu durumun bilinçli bir şekilde hissedilmesine, çözümü gerçekleştirmedeki zorluğa, problemin çözülebilir olduğunu ummaya vurgu yapılmaktadır. Bir problemin en önemli boyutu onun nasıl algılandığıdır. Çünkü bir kişiye göre problem olan bir durum diğer kişiye göre problem olmayabilir [167].

Problem kişide çözme arzusu uyandıran ve çözüm süreci hazırda olmayan fakat kişinin bilgi ve deneyimlerini kullanarak çözebileceği durumlara denir [168].

Matematik derslerinde karşılaşılan ve çözülmesi istenen sorular, bazı ölçütlere göre gruplandırılarak bunların yapıları ve temel özellikleri incelenebilir. Orton ve Frobisher, matematik programlarındaki problemleri özelliklerine göre üç başlıkta toplamışlardır.

**1.Sıradan(Rutin) Problemler:** Daha önceden öğrenilmiş olan bilgi ve tekniklerin, sınırlı bir içerik içinde kullanıldığı sorular/problemlerdir. Sıradan

problemlerin verilmesindeki amaç, yeni öğrenilen olgu ve tekniklerin pekiştirilmesiyle sınırlıdır. Bu problemlerin yeni bilgilerin geliştirilmesine ve matematik öğrenmeye katkısı çok azdır. Alıştırmanın tanımı, öğrenilmiş bir olgunun ya da becerinin doğrudan uygulanması olduğuna göre, bu tip problemlere alıştırmaya denebilir. Sıradan problemler kendi içinde iki gruba ayrılabilir [169].

**a) İfadeyi Dönüştürme Problemi:** Söзде anlatılan bir ifadenin, matematiksel dille anlatımını içeren bir ifadeye çevrilmesini gerektiren sıradan problemlerdir [161].

**b) Sözel Dört İşlem Problemleri:** Matematik ders kitaplarında yer alan, dört işlem becerileriyle çözülebilen problemlerdir. Günlük yaşantıda gerekli olan işlem becerilerini geliştirmek ve problem cümlesinde geçen bilgileri matematiksel eşitliklere aktarmayı öğretmek için gereklidir. Günlük hayatta sık karşılaşılan kâr-zarar, zaman hesabı, daha çok dört işlem becerilerini gerektiren ve bunların doğru kullanılmasıyla çözülen problemlerdir [170].

**2. Gerçek Yaşam Problemleri:** “Günlük yaşam problemleri” olarak da ifade edilirler. Bu tip problemler, öğrencilerin, çözümlerine biçimsel bilgilerinin yanı sıra biçimsel olmayan bilgilerini de uygulamalarını gerektirir. Biçimsel olmayan bilgi, öğrencilerin deneyimleri ile gelişir. Öğrenciler, bu problemi çözebilmek için bireysel olarak geliştirdikleri düşünmeyi planlama süreçlerini sıradan işlemleri ve süreçleri yaratıcı bir şekilde kullanırlar. Verileri düzenleme, sınıflandırma, ilişkileri görme gibi becerilere sahip olmayı ve bir takım etkinlikleri arka arkaya yapmayı gerektirir. Günlük yaşantıdan ve okuldan edinilen bilgilerin kaynaşmasıyla, öğrencinin matematiksel gelişimi için gerekli ortam oluşturulmuş olur. Öğrenci için yeni olan matematik bilgileri, eski bilgilerin yeniden düzenlenip, yapılandırılmasıyla oluşur. Bireyin yaratıcı olması gerekir. Okul matematiğinde, gerçek yaşamdan örnekler seçilerek olay ve olguların matematik problemi olarak incelenmesine ve öğretim programlarında bazılarının çözümlerinin araştırılmasına yer verilmelidir. Gerçek yaşam problemleri üzerinde öğrenme ortamlarında durulmasının ve sık kullanılmasının nedeni olarak, öğretmenlerin kitaptaki probleme bağlı olmaları gösterilebilir. Gerçek dünya ile ilgili problemler, öğrencinin yaşadığı çevre ve

deneyimleri göz önüne alınarak dikkatlice ve özenle oluşturulmalıdır. Bu konuda eğitmenin bilgili ve deneyimli olması gerekir. Gerçek yaşantılardan alınan problemler, matematiksel yöntemlerin ve düşünme süreçlerinin okulda öğrenilenlerden farklı olarak uygulanmasını gerektirebilir. Problemlerin çözümü sınıfta öğretilen algoritmik yöntemleri uygulamak yerine yaklaşık olarak sonuç bulma ve tahmin etme gibi özel beceriler kullanmayı da gerektirir.

**3. Süreç Problemleri:** Yapıları gereği gerçek yaşam problemlerinden çok farklıdır. Çözümlerinde, sonuca ulaşmakta kullanılan matematiksel düşünme süreçleri üzerinde durulur. Problemin sonucu önemli değildir. Önemli olan sonuca ulaşmakta kullanılan yöntemleri belirlemektir [169].

### 2.6.2 Problem Çözme

Albert Einstein, “Eğer Dünya’yı kurtarmak için 1 saatim olsaydı; bunun 55 dakikasını problemi tanımlamaya, kalan 5 dakikasını da problemi çözmeye harcardım” demiştir [171].

Bir problemi çözmek için öncelikle o problemi anlamak ve nasıl çözeceğine karar vermek gerekir. Çözüm daha sonra yapılır. Bu problem çözmenin bir süreç olduğuna işaret eder. Polya (1945), problem çözmeyi 4 temel aşamaya ayırmıştır.

**Aşama 1-Problemi Anlama:** Öncelikle problem birden çok sayıda okunur. Problemden verilen herhangi bir bilginin altı çizilir veya da o bilgi yazılır. Ardından, neyin istendiğine karar verilir. Bu aşama “hedef” olarak isimlendirilir.

**Aşama 2- Problemi Çözmek İçin Bir Strateji Seçme:** Bir problemi çözmenin birçok yolu vardır. Problemi çözerken dört işlemi kullanmaktan formül veya denklem kullanmaya çeşitli stratejiler seçilebilir. Verilen problem deneme-yanılma yoluyla da çözülebilir. Bu aşamaya, “strateji” aşaması denir.

**Aşama 3- Seçilen Stratejiyi Uygulama:** İşlemi yapmak, denklemi çözmek vb. uygulama ve çözümü elde etmedir. Eğer bir strateji çalışmazsa, diğer strateji denir. Aşamanın adı “uygulama” aşamasıdır.

**Aşama 4- Cevabı Değerlendirme:** Eğer mümkünse cevap kontrol edilmelidir. Bulunan cevap, aynı zamanda denenecek kontrol edilebilir. Cevabı

kontrol etmenin diğeri bir yolu da tahmin etmedir. Bu aşamaya “değerlendirme” aşaması denir [32].

Problem çözmenin temelinde hangi bilişsel düşünceler yatmaktadır? Problem çözüme, bir *uygulama düşüncesi* olarak görülmektedir ve diğeri iki tür düşünme türü olan *yaratıcı düşünce* ve *eleştirel düşünceyle* zıt olarak görülebilir. Bu üç tip düşünce yapısı açıkça görülmesi de birbirleriyle ilişkilidirler. Yaratıcı ve eleştirel düşünceler aslında problem çözümede bir amacın uygulanmasını sağlayan veya kendileri için araştırmanın gerekli olduğu *araştırmacı düşüncenin* bir çeşit türüdürler [172].

Problem çözüme etkinlikleri, öğrencinin düşünme ve muhakeme yeteneklerini uyarır ve geliştirir. Öğrenciler konuyla ilgili olgu ve ilişkilere ait kendi bilgilerini oluştururlar ve bunları kullanırlar. Sonuçları elde etme, kendilerine olan güvenlerini ve yeteneklerini geliştirmede onlara yardımcı olur. Problem çözüme etkinlikleri sadece bilgi, beceri ve tutumları geliştirmez, aynı zamanda öğretmenlere ve öğrencilerin ebeveynlerine öğrencilerin nasıl iletişim kurduklarını ve öğrendiklerini, bir probleme yaklaşırken izledikleri yolu gözlemlemelerini sağlar. Bir problem çözümünde öğrencinin bilgiyi kullanmayı anlayıp anlamadığını görmek; bilginin yapısını ve bilginin sürecini anlayıp anlamadığını kontrol etmekten daha iyi bir yoldur. Bu yolla öğrencinin beceri ve bilgilerinin uygulanmasıyla bir dönüt elde edilir [173].

Gerçek yaşam problemleri, gerçek yaşamdan göz önüne alınarak geliştirildiklerinden açık uçludur. Mükemmel olanı değil, uygulama amaçlarını gerçekleştirmeyi hedefler. Genellikle okullarda öğrencilere sunulan problemler gerçek yaşam problemleri değildir. Okulda daha çok öğrencilere tek bir doğru cevaba odaklandıran kapalı uçlu problemler sorulur. Bu sorular yapay ve iyi tanımlanmışlardır. Öğrencilerin daha çok hayatla ilgili durumlarıyla ilişkisiz ve onların deneyimlerinden ayırır. Bu problemlerin odaklandığı tek şey doğru cevaptır. Kapalı uçlu problemler, hafızayı veya bir süreci anlamayı test etmede neyin bilinip bilinmediğini kontrol etmek için kullanılabilirler, ancak onlar araştırma yapmaya yardım etmezler [173]. Fakat bugün sadece tek bir doğru cevabın veya

kabul edilebilir tek araştırma alanının olmadığı; bir alana, duruma konulabilsinler diye öğrencilerin matematik tecrübelerini matematiksel ve araştırma çalışmalarını içerecek şekilde geliştirilmesi konusu mevcuttur [174].

Matematiksel problemleri çözenin çeşitli yöntemlerini öğrencilere kazandırmak, problem çözme öğretimiyle olmaktadır. Problem çözmeyele öğretim, öğrencilerin somuttan (gerçek bir hayat probleminden), soyuta (sembolik bir sunuma) geçişidir [175, s.33].

Öğrencilerin yorumlamada kullandıkları yol ve bilgi parçalarını birleştirmeleri, bilgiyi derin olarak anlamalarının ve onu problem çözmeye kullanabilmelerinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır [176]. Hedef öğrenciler için sadece problem çözme değildir, aynı zamanda çeşitli kavramları problem çözmeye kullanmalarıdır [177]. Problem çözme; olgulara ve işlemlere odaklanılmasıyla materyalleri araştırmaya ve sonuçlar ortaya çıkarmaya veya sorular geliştirmeye götürmektedir. Problem çözenin en önemli rolü öğrencilerin anlamasını iletmelettir.

Araştırmalar, öğrencilerin matematiksel kavramları anlamalarını geliştirmek ve matematiğe karşı olumlu tutumlarını oluşturmak için problem çözenin kullanımını desteklemektedir. Problem çözme problemleri çözmeye öğrencilerin güveninini geliştirmek için K-16 sınıflarının tümünde kullanılmaktadır.

Capraro (2001), öğrencilerin problem çözme becerileriyle ilgili araştırma yapmıştır. 18'i dördüncü ve 58'i beşinci sınıftan olmak üzere toplam 76 öğrenciyle çalışmıştır. Çalışmanın sonunda yapılandırmacı inanışları olan öğretmenlerin, öğrencilerinin problem çözmeye daha az, yapılandırmacı inanışları olan öğretmenlerin öğrencilerine göre daha iyi performans gösterdiklerini bulmuştur. Yazara göre öğretmenlerin inançları öğrencilerin problem çözmeye kendilerine olan güvenlerini geliştirmede hayati bir rol oynamaktadır [178].

Stanley (2002), üniversitedeki bir analiz dersinde problem çözmeyi çalışmıştır. Çalışmanın yapılma amaçlarından biri öğrencilerin matematiksel olarak

gelişmeleri için onları cesaretlendirmektir. Çalışmada öğrencilerin kavramsal anlamaları geliştirmeleri ve problem çözmek için hazır işlemlerden öteye geçebilmeleri hedeflenmiştir. Etkinlikler, öğrencilerin bir çözümü veya hipotezi bulmak için kullandıkları örneklerle başlamıştır. Bu görevler öğrencilere hafıza yardımıyla öğrenmekten daha çok kavramsal bir anlama geliştirmeleri için onlara yardımcı olmuştur. Öğrenciler etkinliklerden yararlandıklarını ifade etmişler ve gerçek hayat problemleriyle uğraşmaktan eğlendiklerini belirtmişlerdir. Bu durum öğrencilere gerçek hayatta matematiğin nasıl uygulandığını görmeleri için bir fırsat vermiştir [179].

Diğer bir çalışmada Elliott ve diğerleri (2000), üniversite öğrencilerinin problem çözmeye eleştirel düşünme süreçlerini değiştirmek için bir matematik dersini tekrar tasarlamışlardır. Araştırmacılar aynı zamanda dersin tasarımı değiştikten sonra öğrencilerin matematiğe karşı tutumlarını değerlendirmeyi istemişlerdir. Geleneksel eğitim alan matematik dersi öğrencileri kontrol grubunu oluşturmuştur. Çalışmaya toplam 211 öğrenci katılmıştır. Öğrencilerin problem çözme becerilerini ölçmek için iki grubun final sınavına verdikleri doğru yanıtlar karşılaştırılmıştır. Öğrencilerin matematiğe karşı tutumlarını ölçmek için geliştirilen tutum ölçeği kullanılmıştır. Araştırmacılar öğrenci grupları arasında problem çözme becerilerinde önemli bir farklılık bulamazlarken deney grubundaki öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri gelişmiştir. Ayrıca deney grubuyla kontrol grubunun matematiğe karşı tutumlarında anlamlı bir farklılığın olduğu görülmüş, bu anlamlı farklılık deney grubu lehine olmuştur. Bu çalışmalar sınıflarda problem çözmeye öğrencilere yararlar sağladığını ve onların düşünce süreçlerini geliştirdiğini vurgulayan çalışmaları desteklemektedir [180].

Problem çözme aynı zamanda öğrencinin zihninde tutabilmesini artırır ve matematik derslerinde öğrencinin ilerlemesini sağlar. Matematik programına gerçek hayat problemleri getirerek, bir eğitimci birkaç dönemdir geri kaldığını düşündüğü başarısız öğrenciler için ders açarak onlara yardımcı olabilir. Öğrenciler küçük gruplara yerleştirilir ve onlara açıklama yapma ve problemin çözümünü tartışma gibi problem çözme becerilerini kullanabilecekleri görevler verilir. Öğrenciler kavramları

araştırmak için becerilerini kullandıklarında eğitimci kalıcı bir matematik anlamasını öğrencilerin elde edip etmediklerini ğrenci anketleri yardımıyla bulabilir [181].

Problem özme öğrencilerin sınıf konularına yönelik kişisel deneyimlerini birleştirebileceği gerçek hayat problemlerini araştırmalarını sağlayan çevreler oluşturarak, matematik bölümlerine yararlı olacaktır. Öğrenciler, işyeri senaryolarına yönelik matematiğin uygulamalarını gördüklerinden, matematiğin arttırılmış bir değerine sahip olurlar.

Problem özme eğitimi, öğrencilere problemlerin çözümlerinin açıklamalarına izin vererek öğrencilerin matematikle kurduğu bağlantıları arttırır. Öğrenciler öğrendikleri kavramları yansıturlar ve alıştırmaları çözmek için işlemleri kullanırlar. Öğrenciler kişisel deneyimlerinin bir bölümü olarak matematiği nasıl görmeleri gerektiği fırsatını yakalarlar.

İşbirlikçi ğrenme, grafik çizen hesap makineleri ve problem çözme öğrencilerin matematiksel konuları anlamalarını arttırdığını göstermiş ve öğrencilerin matematiğe karşı olan tutumlarını olumlu yönde etkilemiştir. K-12 ye kadar olan sınıflarda bu yöntemle ilgili çalışmalar yapılmıştır. Bundan dolayı öğretmenler lise matematik derslerinde bu uygulamaları kullanmaları için cesaretlendirilmelidirler.

## **2.7 Matematiksel Modelleme ve Biliş**

Problem çözmenin bir bileşeni olarak matematiksel modelleme, okulda, kolejde ve üniversitede bir matematik programının çıktısı olarak geliştirilmesi gereken daha çok alıntılanan problem çözme becerilerinin ve matematik programının önemli bir parçasıdır [36] . Matematiksel modelleme ve uygulamalarının ğretiminde ve öğreniminde çok geniş hedefler ve beklentiler bir araya gelmiştir. Öğrenciler için en önemli hedeflerden birisi onlara modelleme becerisi ve yeterliği kazandırmaktır [42].



Modelleme birbirini tamamlayan basitleştirme (simplification) ve zenginleştirme süreçleri yardımıyla muhakeme yapmayı cesaretlendirir. Basitleştirme şunları içerir: Bir problem durumunun öğelerini analiz etme; çok önemli veya daha az önemli olan özellikleri tanımlama; daha uygun analiz etmek için problemi düzeltmede yardımcı olabilecek varsayımları oluşturma; alt problemleri tanımlama; problemi temel bileşenlerine ayırma; bileşenleri genişletme ve seçilen bileşenleri araştırmak ve açıklamaya yardımcı olmak ve problemin kullanışlı bir matematikleştirmesine yönelik çalışmak için uygun temsiller arama ve çözülecek problemlere yaklaşımda açık bir yol tanımlamaktır. Zenginleştirme, orijinal probleme yönelik genel olarak daha uygulanabilir çözüm ve daha tam bir modelin ileriye yönelik gelişimine devam etmeyi olanaklı kılmak için modellemenin ilk sonuçlarını tekrar inceleme ve belirginleştirme yardımıyla çalışır. Bu süreçler, öğrenciyi muhakemenin uzun halkalarının içine çeker. Modellemede, öğrenciler matematiksel kavramların somut şekillerini (cisimlerini) denerler. Modelleme durumlarında, bir öğrenci bütünleşmiş bir bilgi alanına dayandırarak matematiksel uzmanlığını geliştirir. Modelleme öğrencilerin geliştirmesi gereken matematiksel becerilerden biri olmasına rağmen, modelleme diğer matematiksel becerilerin gelişmesine yardımcı olur ve destekler. Böylece matematiksel modelleme deneyimlerinin sağlanmasıyla, öğrenciler kazandıkları matematiksel bilgiyi güçlendirmekle kalmayacaklar aynı zamanda yeni matematiksel bilgiler geliştireceklerdir. Sorular sorma, matematiksel araçlar kullanma, cevaplar üretme ve ardından yeni sorular sorma şeklinde birey tarafından devam ettirilen döngü öğrencilerin matematiği bir disiplin olarak anlamalarını sağlayan süreçle ürün arasındaki bilişsel bağlantıları geliştirmelerine yardım eder [72].

Matematikteki model ve model oluşturma bakış açılarına göre, problem çözme, öğrenme ve öğretim “matematiksel düşünme” olarak anlatılabilir. Matematiksel düşünme içine yorumlama, tanımlama, açıklama, iletişim, muhakeme (tartışma), yapılandırma girer. En azından hesaplama ve tündengelim anlaşılır. Matematiksel yorumlama ölçme, çok boyutlandırma, koordine ve sistematize etmeyle ilgilidir. Genel anlamda da deneyim üzerinde bir yapı düzenleme olarak görülebilir. En az anlamı ise, verilen bilgiden anlam çıkarma veya üretme olarak görülmesidir. Matematik öğrenenler ve problem çözücüler, en az bilgi işleyiciler

kadar model geliştiricidirler. Çünkü matematikçilerce matematik eğitiminin önemli bilişsel hedefleri arasındaki deneyimsel, güçlü, paylaşılabilir ve tekrar kullanılabilir olan bu modeller yorum yapmak için kullanılırlar [31].

Modelleme problemleri, gerçek (otantik), karmaşık ve gerçeklikle ilişkili açık uçlu problemlerdir. Onları çözmeye problem çözmeye ve çok boyutlu düşünmeye ihtiyaç duyulur. Adrese göre uygun olan içeriğın seçilmesi gerekir [160]. Böylelikle matematiksel düşünce çok boyutlu düşünme ve tek boyutlu düşünme olarak ortaya konabilir, aynı zamanda akılcı (tümevarımcı-plausible) muhakeme ve tümden gelimci (indirgemeci) muhakeme olarak da bilinir. Çok boyutlu düşünme, fikirleri oluşturan, kuralları bulan, tümevarım ve abduction'ı içeren akılcı (tümevarımcı-plausible) muhakemeyi içerir. Tek boyutlu düşünme bir fikrin uygunluğunun doğruluğunu kanıtlayan ve onaylayan indirgemeci (deductive) muhakemedir. Yaratıcı düşünebilmek için hem çok boyutlu hem de tek boyutlu düşünme yetenekleri gereklidir [182,s.385]. Matematiksel modellemede öğrenciler, bir matematiksel model geliştirmek için gerçek modeli kavramsallaştırırlar. Gerçeğe uygun olarak, çeşitli sonuç yorumlama süreçlerini denerler, bu süreçlerin başından sonuna kadar tek boyutlu ve çok boyutlu muhakemeyi kullanırlar [79].

Geçen son zamanlarda artarak, matematik öğretiminde araştırılan etkinlikler yardımıyla gerçek yaşam problemlerinin çözümünde matematiğı uygulama ve öğrencilerin matematiksel olarak düşünme becerilerini geliştirme ihtiyacına yönelik gelişen bir hareket vardır. Genel anlamda matematiksel modelleme becerilerini geliştirmenin algoritmik becerileri geliştirmekten, öğretiminde ve değerlendirilmesinin daha zor olduğı hakkında hemfikir olundu. Matematiksel modelleme becerilerinin öğretiminde, dikkat daha çok başarılı bir modelleyicinin geçirdiğı süreçleri ve aşamaları tanımlama ve test ederken harcanır. Öğrenen tarafından geliştirilen beceriler değerlendirildiğinde, genellikle tüm süreci içine alan sözel ve yazılı bir rapor ihtiyacı duyulur. Daha sonra sonuca ayrıntılı bir biçimde bakarak model formüle edilir. Modeli çözmeye ve yorumlamaya ayırırız [36].

Öğrencinin matematik öğrenmesinde matematiksel yeterliklikleri önemli rol oynar. Matematiksel yeterlik, matematiğın önemli bir rol oynadığı ve oynayabileceğı

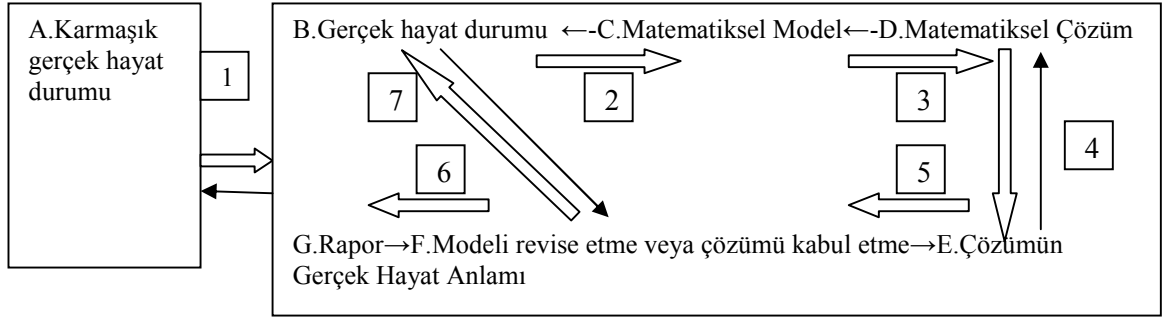
çeşitli durumlardaki matematiği anlama, değerlendirme (yargılama), yapma ve kullanma anlamındadır. Bundan sonra yeterlikler sadece becerileri ve yetenekleri içermezler, aynı zamanda günlük hayata yansıyan kullanımını ve bu beceri ve yetenekleri eyleme koyma istekliliğini de içerir [183,s.120]. Yeterlik ise başarmak için karar ve eylemlerin gerekli olduğu durumlarda bir bireyin ardı ardına (ilişkili) kararlar alma ve uygun eylemleri gösterme kapasitesi anlamındadır [80,s.690].

Matematiksel modelleme yeterliği, verilen gerçek bir hayat durumunda ilişkili soruları, değişkenleri, ilişkileri veya tahminleri tanımlama, bunları matematiğe aktarma, verilen duruma ilişkin olarak geçerliği sağlama, verilen bir modelin amacını ve özelliklerini kontrol etme, yapılan tahminleri inceleyerek verilen modelleri karşılaştırma ve analiz etme yeteneğidir [184,s.112]. Modelleme yeterlikleri, modelleme süreçlerine uygun ve hedef odaklı olarak yerine getirmede gerekli yetenekleri ve becerileri içermesinin yanında onları eyleme koymayı da içerir [185,s.117].

Modelleme kapsamında kullanılan yeterlikler ayrıntılı olarak şöyledir :

- A. Modelleme sürecinin yalnız adımlarını gerçekleştirmek için alt yeterlikler
- B. Bilişötes modelleme yeterlikleri
- C. Gerçek yaşam problemlerini yapılandırmak ve bir çözüm amacıyla yön duygusunu farkederek çalışmak için olan yeterlikler
- D. Modelleme süreciyle ilgili tartışma ve bu tartışmayı kaydetme yeterlikleri
- E. Gerçek hayat problemlerinin çözümü için matematiğin aradığı olasılıkları anlama ve görme, bu olasılıkları olumlu olarak dikkate alma yeterlikleri [185,s.139].

Daha önceki bölümlerde açıklanan matematiksel modelleme süreci bilişsel unsurlarla ele alındığında aşağıda Şekil 2.8'deki ilişkiler ortaya çıkmaktadır:



**Şekil 2.8 Matematiksel Modellemede Bilişsel Döngü [80,s.690]**

Modelleme döngüsüne yönelik ters yönlendirmelerdeki modelleme sürecinin içerdiği ışıklı oklar doğrusallıktır veya tek yönlülükten uzak olduğunu vurgulamak için biliş ötesi yansıtıcı etkinliğin varlığını göstermek için verilmiştir [185]. Oklar yardımıyla bir modelleme aşamasından diğerine 1'den 7'ye kadar şekilde verilen bilişsel etkinliğin, bir modelleme aşamasından diğer bir modelleme aşamasına geçiş yapmak için modellemeye katılan modelleyicilerin zihinsel etkinlik türleri ise şöyledir

1. Anlama(kavrama), yapılandırma, basitleştirme, yorumlama içeriği
2. Tahmin etme, formüle etme, matematikleştirme.
3. Matematiksel olarak çalışma,
4. Matematiksel çıktıyı (sonucu) yorumlama,
5. Karşılaştırma, kritik etme, geçerliği sağlama,
6. İletişim kurma, doğrulama (eğer model yeterliyse)
7. Modelleme sürecini tekrar etme (eğer model yetersiz görülürse) [80,s.689]

Modelleme beceri ve yeterliklerinin tam anlaşılması modelleme sürecinin tanımıyla yakından ilişkilidir [185,s.116]. Blum ve Kaiser (1997), modelleme sürecinin her bir aşaması için gereken yeterlikleri belirlemişlerdir:

*Gerçek bir problemi anlama ve gerçekliğe dayalı olarak bir model kurma yeterliği* (Basitleştirme Aşaması):

- Problem için tahminler yapma ve durumu basitleştirme.
- Duruma etki eden nicelikleri tanımlama, onları adlandırma ve anahtar değişkenleri tanımlama.
- Değişkenler arasında ilişkileri yapılandırma.
- Uygun bilgiyi arama, ilişkili ve ilişkisiz bilgi arasında ayırma gitme.

*Gerçeklikten bir matematiksel model kurgulama yeterlikleri (Matematikleştirme Aşaması)*

- İlişkili nicelikler ve onların ilişkilerini matematikleştirme
- Gerekirse niceliklerin sayı değerlerini ve karmaşıklıklarını azaltmak için ilgili nicelikleri ve ilişkileri basitleştirme.
- Uygun matematiksel işaretler seçme ve grafiksel olarak durumları gösterme.

*Matematiksel model içinde matematiksel sorular çözme yeterlikleri (Geçiş Aşaması):*

- Parçalı (hisseli) problemlere yönelik problemin parçalarına ayrılması gibi sezgisel stratejileri kullanma, benzer veya analog problemlere yönelik ilişkileri kurgulama, problemi ifadelendirme, farklı bir biçimde probleme bakma, nicelikleri ve kullanışlı verileri çeşitlendirme vb.
- Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma.

*Gerçek bir durumda matematiksel sonuçları yorumlamak için yeterlikler (Yorumlama Aşaması)*

- Ek matematiksel bağlamlarda matematiksel sonuçları yorumlama.
- Özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme.
- Uygun matematiksel dili kullanarak bir probleme yönelik çözümleri düşünmek (göz önüne almak) veya çözümler hakkında iletişime geçmek.

*Çözümü doğrulamak için yeterlikler (Geçerlik Aşaması)*

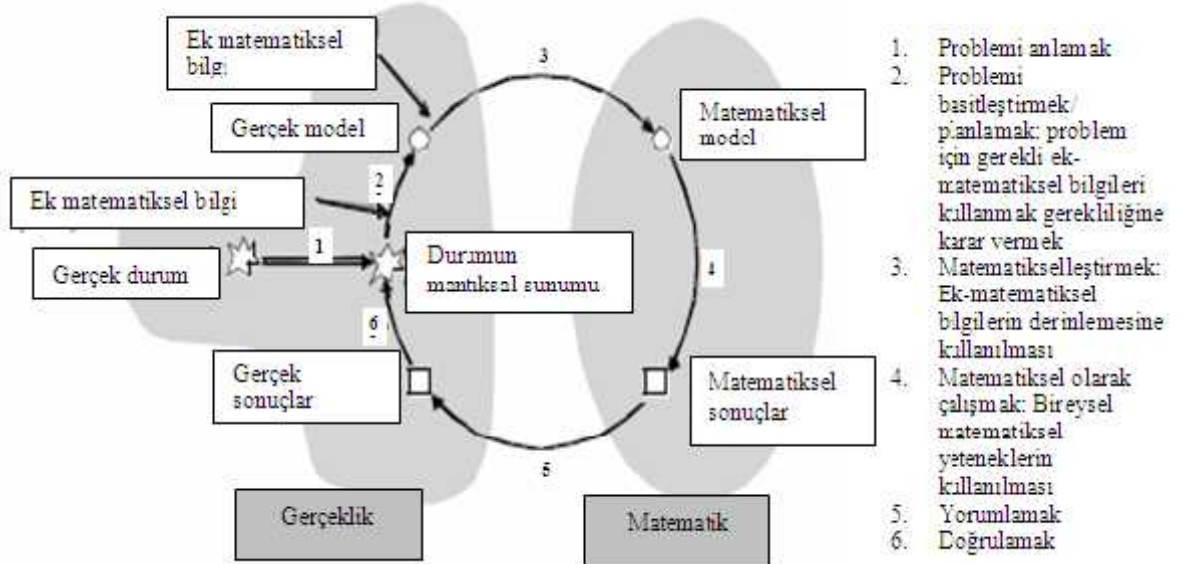
- Bulunan çözümler üzerinde eleştirel olarak düşünme ve gözden geçirme.
- Eğer çözümler, duruma uygun değilse modelleme süreci yardımıyla sürecin tamamını veya belli kısımlarını yeniden inceleme (belli kısımlara yeniden dönme)
- Eğer farklı çözüm yolları geliştirebilecekse problemi çözmek için farklı çözüm yolları üzerinde düşünme.
- Modeli daha genel olarak sorgulama(genelleştirme) [186,s.9]

Berromeo- Ferri (2006), çalışmasında dört farklı grupta farklı modelleme süreçlerini kullanarak modelleme döngüsünü bilişsel bakış açısından açıklamıştır. Şu sorularla çalışmayı şekillendirmiştir:

(1) Matematik derslerinde öğrenenlerin ve öğretmenlerin modelleme sürecindeki matematiksel düşüncelerine etki eden unsurlar nelerdir?

(2) Durumun modeli, gerçek model ve matematiksel model arasındaki farklılıklar öğrenenlerin işleme yollarında tekrar yapılandırılabilir mi? [187]

Araştırma soruları doğrultusunda proje nitel araştırma çerçevesinde yürütülmüştür. Üç, 10 sınıfla araştırma yapılmıştır.(German Grammar Schools-Gymnasien). Örneklem 65 öğrenci 3 öğretmenden meydana gelmiştir. Bir sınıftaki 3 ders videoya alınmıştır. Tüm öğrenciler matematiksel düşünme stilleri anketini doldurmuşlardır. Ayrıca öğretmenlerle onların matematiksel düşünme stilini tekrar yapılandırmak için biyografi sorularını da içeren görüşmeler yapılmıştır. Videoya alınan 3 derste öğrenciler 5 kişiden oluşan gruplara ayrılmışlar az veya çok karmaşık modelleme problemlerini çözmüşlerdir. Ayrıca her sınıftaki bir grup modelleme esnasında videoya alınmıştır. Yeni bir modelleme probleminde grup değiştirilmiştir. 35 kişilik öğrenen grubu modelleme döngüsündeki farklı aşamaları tekrar yapılandırmak ve deneysel olarak bu aşamaları tanımlamak için özel olarak tüm gruba odaklanılmıştır. Grounded teori (Strauss ve Corbin,1996) kullanılarak kodlar şekillendirilmiş, veriler ayrılarak tekrar bir araya getirilmiştir. Araştırmacının matematiksel modelleme sürecinde ulaştığı bilişsel bakış açısı aşağıdaki şekilde görülebilir [187] :



Şekil 2.9 Bilişsel bakış açısından modelleme döngüsü [187,s.92]

Gerçek Durum : Gerçek durum, problemde verilen durumdur. Bir resim, metin veya her ikisi de olabilir. Gerçek durumdan durumun zihinsel temsiline geçişte birey problemi az veya çok iyi anlayabilir. Problemde verilen durumun yapılandırılmasında birey bir düzeyden diğerine farkına varmadan geçebilir [187]

Durumun Zihinsel(Mantıksal) Temsili(Sunumu): Birey, problemde verilen duruma ait zihinsel bir temsile sahiptir. Bir duruma ait zihinsel gösterim çok farklı olabilir. Örneğin durum bireyin matematiksel düşünce sistemine bağlı olabilir. Gerçek durumla, durumun zihinsel temsili, arasında iki önemli fark vardır. (1) Görevin farkına varılmaksızın basitleştirilmesi ve görevle bağ kurulması. (2) Modelleme sürecindeki problemle nasıl ilişkilendirileceğine dair bireysel tercih. Duruma ait modelden gerçek modele geçiş sürecinde birey için problemi basitleştirme ve idealleştirme gereklidir. Verilen problem türüne bağlı olarak ek matematiksel bilgiye ihtiyaç olabilir [187]

Gerçek Model : Bu aşama, modelin zihinsel temsiline yönelik güçlü bir ilişkiye sahiptir. Bu yüzden gerçek modelin niçin bireyin içsel bir düzeyine inşa edildiğini gösterir. Bu aynı zamanda, gerçek bir model gibi görülebilen dışsal temsil anlamına gelir. Ancak dışsal bir temsil elde etme bireylerin gerçekte sözel durumlarına bağlıdır. Gerçek modelden matematiksel modele geçiş sırasıyla şu şekilde tanımlanabilir: matematikleştirmede; bireysel ilerleme, göreve bağlı olarak daha fazla bireylerce şiddetle talep edilen daha fazla matematiksel bilgi ve bu bilgiyi matematiksel bir model inşa etmek için kullanması [187,s.92]

Matematiksel Model :Bu aşamada bireyler formül veya taslaklar anlamında dışsal temsiller yaparlar. Matematiğe geçiş matematiksel modelde tamamlanır. Matematiksel modelden matematiksel sonuçlara geçişte bireyler matematiksel yeterliklerini kullanırlar [187,s.92]

Matematiksel Sonuçlar: Bireyler modeli esas alarak modelleme yardımıyla elde ettikleri kendi sonuçlarını yazarlar. Sonuçların yorumlanmasında, modelleme matematiksel sonuçlardan gerçek sonuçlara geçişte kolaylık sağlar. Matematiksel sonuçların aşaması bireyler tarafından farkına varmadan yapılır [187,s.93]

Gerçek Sonuçlar: Öğrenciler matematiksel bulgularını birbirleriyle tartışırlar. Kendi bulguları doğru veya yanlış olabilir. Verilere dayanak olarak, öğrenenler iki farklı yolla doğrulamayı genelledebilirler [187,s.93]

### **2.7.1 Matematiksel Modellemenin Matematik Programlarında Yer Alan Bazı Bilişsel Beceriler Üzerindeki Etkisi**

Matematiksel modelleme becerisi, matematikteki diğer becerilerle ilişkilidir. Bu beceriler karşılıklı etkileşim içinde birbirlerini geliştirirler. Matematiksel modelleme becerisi matematiksel muhakeme yapma, matematiksel iletişim kurma, matematiksel fikirler arasında bağlantılar kurma, matematiksel dili ve araçlarını kullanma, matematiksel soru sorma ve matematiksel soruları cevaplama, yaratıcı problem çözme becerilerine etki eder.

Eğer, matematiksel süreç yüksek düzeyde matematiksel muhakemeye, matematiksel fikirler üretmeye, iletişim ve bağlantılar kurmaya izin verme anlamına geliyorsa, model oluşturma etkinliklerinin teşvik edilmesi, öğrencilere matematiksel modelleme sürecinde matematikleştirme yapmalarını sağlar. Gerçek hayat durumlarında problem çözmeye bir sınırlandırma yoktur. Bilişsel olarak, istenilen problemleri çözmeye yönelik işbirlikli çalışma; öğrencilerin matematiksel durumları analiz etmelerini, mantıksal kanıtları yapılandırılmalarını, matematiksel fikirleri ve delilleri açıklamak için matematiksel dili kullanmalarını ve matematiksel fikirler arasında bağlantılar kurmalarını gerektirir [56, s.52]. Modelleme hem kişinin kendisiyle hem de diğer kişilerle iyi iletişim kurmalarını sağlar. Öğrenciler karşılıklı etkileşim içinde olduklarından kendi düşüncelerini gözden geçirme fırsatı bulabilirler. Söylemeye ihtiyaç duyduklarını sınıflandırmaya uğraştıklarında, anladıklarını sınıflandırmaya başlarlar [73].

Modelleme sürecinin her bir aşamasında, grup tartışmalarından faydalanılır. Öğrenciler problemleri formüle ettiklerinden, tartışma, öğrencilere içerikle ilgili ve ilgili olmayanı anlamalarına ve değişkenler arasında ilişkileri yapılandırılmalarına



olanak tanır. Beyin fırtınasıyla alternatif çözüm fikirleri oluşur ve her bir çözüm fikri yorumlamaya, eleştirel bakmaya geçerli çözümler üretmeye yardımcı olabilir. Modelleme sürecinin her aşamasında yapılan konuşma paylaşılan matematiksel bilgiyle dışsal bağlam arasında bağlantıları aydınlatır, kavramayı (bilişi-cognition) etkinleştirir [73, s.281]. İlgili kavramlar sırasıyla şu şekilde açıklanabilir:

Modelleme, matematiksel dili ve araçları geliştirir. Matematiksel okuryazarlık öncelikli hedef olmasına rağmen, aynı zamanda modelleme etkinliklerinin betimleme, sembolleştirme, kuralcılığı (biçimselliği), araç yeterliklerini ilerletebildiğini gösterirler.

- Cebirle inisiyatif almayı öğrenme: Öğrenciler, farklı şekillerde denklemleri ve eşitsizlikleri üretebilirler ve bunların eşdeğer olup olmadıklarını inceleyebilirler. Gerekli ve yeterli bir takım elde edilir. Daha karmaşık yapılar daha gelişmiş ilişkilerle sonuçlanır.
- İki isimli (terimli) dağıtımını anlama: Öğrenciler modelleme görevleriyle çalıştığında, düşüncelerini çeşitli betimlemelerde (gösterimlerde) dile getirirler. Bunlar kelimeler; diyagramlar, tablolar, hesaplama tabloları, denklemler, grafikler şeklindedir. Hakikaten, çoğu gerçek yaşamla ilgili matematik problemi, çeşitli şekilde betimlerle, bilginin sağlanmasıyla (verilmesiyle) başlar. Matematikçiler, çözüm sürecinin başından sonuna kadar temsili (betimsel, sunumsal) farklı ortamları geliştirmiş olan matematiksel sistemdeki ince ayrıntıları yakalayarak bunlardan yararlanırlar. Bundan dolayı, herhangi bir temsili sunum yapının bazı durumlarının açığa çıkmasını sağlarken diğerleri gizli kalacaktır. Modelleme etkinliklerine katılan öğrenciler farklı temsili ortamlar arasında ileri geri geçişler yapma yeteneğini geliştireceklerdir. [73, s.276-278].

Matematiksel modelleme, matematiksel olarak iletişim kurma yeteneğini geliştirir. Matematiksel olarak iletişim kurma yeteneği şunları içerir:

- Diğer kişilerin iletişimini, dinleme, anlama ve yorumlama kapasitesi,
- Matematiksel tanımları formüle etme, bunları yazılı olarak veya diğer kişilerin anlayabilecekleri yollarla sözel olarak ifade etme kapasitesidir.

Bu iletişim becerileri, uygulamayla gelişir ve öğrenciler, yazılı ve sözel olarak diğer kişilerin matematiksel muhakemelerini yorumlamak ve kendi düşüncelerini

açıklamak için fırsatların verilmesine ihtiyaç duyarlar. Modelleme etkinlikleri, bu fırsatları sağlar.

Modelleme, matematiksel soru sormayı ve matematiksel soruları cevaplamayı iletir: Zengin bir modelleme durumu hem soru sorma hem de sorulara cevap verme fırsatlarını sağlar. Matematikte, modelleme; anlamının ve anlamlandırmanın güçlü bir düzenleyicisidir. Bazen gerçek hayat bağlamına bağlı olarak hazırlanan problemler sunulduğunda, öğrenciler bağlam hakkındaki soruları formüle ederler ve soruları araştırmak için matematiksel bilgilerinin kullanılabilirliği hakkında düşünürler. Dışsal bağlamla matematiksel bilgilerini birleştirmek için çabucak cesaret kazanırlar. Öğrenciler bu bağlantıları kurmaya çalıştıklarında, matematiksel düşünce iletir, bağlantı kurmaya çalışırken muhakeme becerileri kullanılır [73, s.281].

Matematiksel modelleme süreci, yaratıcı düşünme becerilerinin gelişiminde rol oynar. D'Ambrosio (1989), matematiksel modelleme sürecini, yaratıcılığın bir niteliği olarak göz önüne alır [61]. Matematiksel modelleme yoluyla, öğrenciler matematiksel bilgiyi geliştirebilirler ve problemdeki modelin uygulamasını deneyebilirler. Böyle yaparak, yaratıcı üretim becerisini geliştirebilirler. Dahası, öğrencilerin öğretmenin çok az bir rehberliğiyle kendi bilgilerine dayanarak çözümü biçimlendirmeleri onların kendi kendine öğrenmeye yönelik tutum geliştirmelerine yardımcı olur [63].

Yaratıcı üretim becerisi, yaratıcı olarak matematiksel bir üretim üretme becerisidir. Matematikçiler tarafından yaratılan üretim, matematik bilgisinin kendisi veya matematiği kullanan fikirler, yetenekler ve ürünler olabilir. Öğretmenin çok az bir rehberliği öğrencilerin kendi bilgilerine dayanarak çözümü biçimlendirmelerine, onların kendi kendine öğrenmeye yönelik tutum geliştirmelerine yardımcı olur [63].

Modelleme etkinliği ve model tasarlama ilkeleri, matematiksel yaratıcılığı iletir. Modelleme etkinlikleri programsal ve öğrenme karakterlerini gözden geçirir. Son iki ilke olan “modeli genelleştirme” ve “etkili prototip oluşturma” yaratıcı çözümlerin uygulamalı matematiksel problemlerde, kullanışlı ve genellenebilir olanlarını öğrenmek için, genç matematikçilere, yardım eder. Rutin olmayan

matematiksel problemlere yönelik en iyi çözümler, farklı durumlarda çalışmak için yeteri kadar güçlüdür, diğerlerini anlamak için kolaydır. Rutin olmayan ve disiplinler arası problemlerde çok çeşitli bilgiler kullanılabilir. Rutin olmayan ve disiplinlerarası problem potansiyel olarak yaratıcılığın kullanımını artırır. MOE, matematiksel bir model gibi yeni bir şeyin oluşturulmasına ihtiyaç duyar. MOE, uygulamalı tasarlama alanlarında kullanılan sürece çok benzeyen bir yaratıcı süreç içine öğrencileri koyar. Tasarlama ilkeleri, yeni MOE'nun problemlerini yaratıcı bir süreçle geliştirmekte rehberlik eder. [25,s.38-40] .

Aynı zamanda matematik sınıfında, matematiksel modellemenin kullanımı; konu kapsamını genişletip tam olarak konuyu anlaşılır ve sunulabilir hale getirmektedir. Böylelikle, matematiksel modelleme süreci içinde yer alan öğrenciler, matematiğin her zaman gelişen ve büyüyen bir bilim olduğunu anlayacaklardır. Sonuç olarak bu öğrenciler daha yaratıcı hale gelecekler ve matematiksel modelleme onların mesleki gelişimlerine katkıda bulunacaktır [63].

## **2.8 Bilgisayara Yönelik Tutumlar**

Literatürde bilgisayara yönelik tutumların çalışıldığı birçok çalışma vardır. Bunlardan bazıları şu şekildedir:

Lepp (1981), bilgisayarların eğitimde problemleri kolayca göz önüne serdiğini ve daha açık bir şekilde ortaya koyduğunu belirtmiştir [188]. Seng ve Choo (1997)'ye göre bilgisayar sayesinde teknolojiye ve bilgiye daha rahat ve kolay biçimde ulaşılabildiğinden, bilgisayarların özellikle problem çözümünde ve hesaplamalarda daha zengin bir ortam ve daha fazla deneyim sunduklarını belirtmişlerdir [189].

Loyd ve Gressard (1984), çalışmalarında öğrencilerin bilgisayara yönelik tutumlarında yaşın, cinsiyetin ve bilgisayar deneyiminin etkisini incelemişlerdir. Çalışmada öğrencilerin bilgisayara yönelik tutumlarını ölçen ölçek; bilgisayar öz yeterliliği, bilgisayar sevgisi ve bilgisayar kaygısı olmak üzere üç alt faktörden

oluşmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, bir bütün olarak öğrenciler bilgisayara karşı olumlu tutum göstermişlerdir. Bilgisayar deneyimi olan öğrenciler, tüm alt faktörlerde daha olumlu bir tutum sergilemişlerdir. Öğrencilerin cinsiyete göre, üç alt faktörün hiçbirinde istatistiksel olarak anlamlı bir cinsiyet etkisi görülmemiştir. Yaş etkisi incelendiğinde ise bilgisyardan hoşlanma başlığında anlamlı bir değişim gözlenmiş ancak diğer başlıklarda anlamlı bir değişim bulunamamıştır [190].

Necessary ve Parish(1996), bilgisayar okuryazarı olan 157 üniversite öğrencisiyle yaptıkları çalışmada, bilgisayar deneyimi fazla olan öğrencilerin, bilgisayara yönelik endişeleri, kendilerine güvenmeleri, bilgisayar bilgileri ve bilgisayarı sevmelerindeki rolünü incelemişlerdir. Sonuçta haftada bir saat bilgisayar deneyimi arttırılan öğrencilerin, bilgisayar kullanımıyla ilgili endişelerinin azaldığını, kendilerine güvenlerinin arttığını, bilgisayarı daha çok sevdiklerini ve daha çok bilgisayar bilgisine sahip olduklarını bulmuşlardır [191].

Birçok çalışma; kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre bilgisayarla ilgili çalışmalarda daha az başarılı, bilgisayar kullanmaya daha eğilimli olup bilgisayarlara karşı daha olumsuz bir tutum sergilediklerini göstermektedir. Geissler ve Horidge (1993), çalışmalarında erkeklerin bilgisayar kullanımı konusunda kadınlardan baskın olduğunu belirtmiştir [192]. Smith ve Necessary (1996), de genel bilgisayara yönelik tutum literatüründe kızların erkeklerden daha düşük bir seviyede olduğuna dikkat çekmiştir [83]. Buna rağmen Francis (1997), erkek-kız öğrenciler arasındaki bilgisayar literatüründeki ayrılığın bilgisayar tecrübelerinin, kullanımının ve eğitiminin artmasıyla yok olmaya eğilimli olduğu fikrindedir [193].

Alshare, Al-Dwairi ve Akour (2003)'ın yaptıkları çalışmada erkekler kadınlara göre bilgisayara yönelik iki kat daha fazla olumlu tutum sergilemektedirler ve bilgisayara yönelik tutumda cinsiyet ayırt edici faktör olarak bulunmuştur. Çalışmada yaşa göre bilgisayara yönelik algıda anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Yaş ilerledikçe bilgisayara yönelik tutumların daha olumlu olduğu gözlemlenmiştir. Bunun bir nedeni olarak da bilgisayarla bireylerin erken tanıştırılmış olmaları verilmiştir. Evde bilgisayarı olanlarla olmayanlar arasında da bilgisayara yönelik algıda anlamlı farklılıklar bulunmuştur [194] .

Santhanam ve Leach( 2000), üniversite öğrencilerinin bilgisayara yönelik tutumları hakkında yaptıkları çalışmada bilgisayar kullanım sıklığıyla cinsiyetin tutumu etkilediğini belirtmişlerdir. Bu çalışmaya göre bilgisayar başında harcanan zaman arttıkça bilgisayara daha olumlu bir tutumla yaklaşılmaktadır. Erkekler bilgisayar kullanımında özgüvenleri yüksek olduğundan, kızlara oranla tutum puanları daha yüksektir [195].

Zin ve diğerleri (2000), bilgisayara yönelik tutumda cinsiyetin etkili bir faktör olduğunu belirtmiş, ancak deneyim ve bilgisayar sahibi olmanın da cinsiyet kadar etkili olduğu iddaasında bulunmuşlardır. Bunun yanında, öğrencileri daha uygun bilgisayar kurslarına yönlendirerek veya bilgisayarla ilgili bilgileri daha kolay öğrenilebilir hale getirerek onların bilgisayara yönelik daha olumlu tutum sergilemelerinin sağlanabileceği önerisinde de bulunmuşlardır [196] .

## **2.9 Hesap Makinesi ve Grafik Çizebilen Hesap Makinelerinin Matematik Eğitiminde Kullanımı**

Matematikte öğrenme deneyimini arttıran birçok teknolojik araç vardır. Hesap makinelerinin kavramsal anlamayı ve stratejik yeterliliği ve matematiğe olan yatkınlığı arttırdığı bulunmuştur. Aynı zamanda hesap makinesi kullanan öğrencilerin matematiğe karşı daha olumlu tutumlar taşıdıkları gösterilmiştir [197] .

Genel anlamda Pomerantz (1997), matematik eğitiminde hesap makinelerinin rolünü şöyle özetlemiştir:

- Hesap makineleri kağıt kalemle yapılarak sınırlandırılan matematiksel kavramlara ve deneyimlere öğrencilerin girişine izin verir. Çünkü hesap makineleri matematiksel kavramların öğrenimini artırır. Matematiksel keşfetme ve deneyimi mümkün kılar.
- Hesap makineleri öğrencilere yüksek düzeyde matematiksel güç ve anlama ulaşmalarını sağlayan eğitimsel araçlardır. İşlemlerde harcanan zamanı azaltırlar. Böylece öğretmen ve öğrencilere matematiksel

anlamayı, muhakemeyi, sayı hissini ve uygulamaları geliştirmek için daha çok zaman kalır.

- Hesap makineleri problem çözmeye yardımcıdır. Uygun kullanıldığında düşünmeyi ve öğrenmeyi arttırıcı rol görür.
- Hesap makineleri öğrenme sürecini kolaylaştırır ve hızlandırır.
- Hesap makineleri, matematiksel örüntüleri gözlemleri ve keşfetmeleri için gerekli problemlerle çalışmaya izin verir.
- Hesap makineleri öğrencilerin daha aktif öğrenenler olmalarını sağlar.
- Hesap makineleri grup çalışmasını, akranlar arası ve sınıf içi iletişimi desteklemek için kullanılır. Fikirlerin ve bağlantıların alış verişini sağlar [198].

Hembre ve Dessart (1986), sınıfta hesap makinelerinin kullanımıyla ilgili 79 çalışmanın raporlarını bir karşılaştırmalı meta analiz çalışmasıyla incelemişlerdir. Çalışmaların hemen hepsinde bir gruba hesap makineli destekli eğitim yapılırken diğer gruba aynı eğitim hesap makinesi olmaksızın verilmiştir. Meta analiz hesap makineleriyle çalışan öğrencilerin problem çözmeye bir gelişim gösterdiklerini belirtmiştir. Çalışmalar aynı zamanda eğer hesap makineleri uygun bir şekilde kullanılırsa testlerde hesap makinelerinin yararlı olabileceğini keşfetmelerini sağlamıştır. Daha önemli olarak hesap makinesi kullanan öğrencilerin matematiğe karşı daha çok olumlu tutum sergilediklerini göstermiştir. Bir araç olarak grafik çizebilen hesap makinelerini kullanma öğrenmeyi kolaylaştırmaktadır. Öğrenciler sınıfta teknolojinin kullanımına alışkın olmalı ve sınıfta teknolojinin kullanımını beklemelidirler. Böylece öğrencilerin materyalin kullanımını daha iyi anlayabilecekler ve matematiğe karşı yeni bir değer kazanacaklardır [21].

Burrill ve diğerleri (2002), 43 çalışmayı sentezleyen bir çalışma yapmışlardır. Sonuçta matematik ve teknoloji, daha yararlı sonuçlar almak amacıyla bütünleştirilmelidir. Hesap makinesi kullanan öğrenciler çözümlerinde daha esnek olabilmektedirler. Sembolik açıklamaları değerleştirmek için hesap makinesine dayalı stratejileri geliştiren cebirsel, nümerik ve grafiksel yaklaşımlar arasında geçiş yapabilmekte ve bağlantılar kurabilmektedirler. Gerçek verilerle rahatça çalışmaktadırlar [199].

Ellington (2003), 1983- 2002 yılları arasında yayımlanan 54 çalışmadan nicel bir meta analiz yapmıştır. Öğrencilerin tutumları ve başarıları üzerinde etkisini araştırmıştır. İstatistiksel olarak anlamlı bulgular (1) İşlemsel beceriler, hesaplama becerileri, matematiksel kavramları anlamak için gerekli beceriler, problem çözme becerileri öğrencilerin katılımında gerçekleşmektedir. (2) Matematik öğrenirken hesap makinesi kullanan öğrenciler kullanmayanlara göre matematiğe karşı daha olumlu tutumlar sergilemektedirler [200].

Reznichenko (2007), 1986'dan 2002'ye kadar özellikle grafik çizen hesap makineleri ilgili öğrenme alanyazını gözden geçirmiştir. Çalışmasında bilgisayarların ve hesap makinelerinin matematik öğretimine ve öğrencilerin matematik başarıları üzerindeki etkilerine odaklanmıştır. Bu sebeple 44 çalışmayı incelemiştir. Elektronik teknolojinin öğrencileri daha aktif bir role koyduğu ve öğretmenlere kolaylaştırıcı bir rol kazandırdığı görülmüştür. Öğrenciler sayısal ve cebirsel hesaplamalardan kurtulduklarında problem çözmeyi farklı algıladıklarını ve problem çözme kaygısından kurtulduklarında daha iyi konsantre oldukları bulunmuştur [201].

Son zamanlardaki çalışmalar, hesap makinelerinin kullanımının öğrencilerin matematiğe karşı olan tutumlarını olumlu yönde ilerlettiğini desteklemiştir [202,203,204].

Hesap makineleri daha çok soyut olarak görülen kavramların göz önünde canlandırılmasına imkân sağlamaktadır. Öğrenciler simülasyonlar yardımıyla kendi deneyimleriyle bağlantı kurabilmektedirler. Grafik çizebilen öğrencilerin anlamalarını ilerleterek performanslarına etki edebilir.

Santos-Trigo (2002), matematiksel anlamayı ilerletmek ve sağlamak amacıyla çeşitli sunumların kullanımını ve bunun öğrenci performansı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışma 25 üniversite öğrencisiyle analiz dersinde yürütülmüştür. Öğrenciler, bireysel olarak çalışmaya ve gruplara katılmışlar ve gruplarda kendilerine verilen görevleri grafik çizen hesap makineleri kullanarak çalışmışlardır.

Öğrencilerle yapılan görüşmeler ve öğrencilerin yazılı raporları analiz edilmiştir. Araştırmacılar hem grupla yapılan hem de bireysel olarak yapılan çalışmalarını kullanmışlardır. Bunlardan elde edilen sonuçlar tüm sınıf tartışmalarıyla elde edilen sonuçlarla desteklenmeye çalışılmıştır. Çalışma; öğrencilerin örüntüleri araştırdıklarını, süreçleri tanımladıklarını, sonuçlara vardıklarını ve kendi aralarında yüksek düzeyde bir iletişime sahip olduklarını göstermiştir. Aynı zamanda süreçleri açıklamak için öğrencilerin becerilerinde performans artışı sağlandığı ve öğrencilerin konulara farklı bakış açılarından bakabildikleri de bulunmuştur [205] .

Grafik çizilebilen hesap makineleri, çeşitli yollarla öğrencilerin eğitimsel deneyimlerini geliştirebilmektedir. Bu hesap makineleri öğrencilerin keşfetmelerine, göz önünde canlandırmalarına ve gerçek dünya deneyimleriyle bağlantı kurmalarına izin verir. Grafik çizebilen hesap makineleri, öğrencilerin performansını artırarak matematikte daha usta hale gelmelerini sağlamaktadır.

Problem çözmeyi göz önünde canlandırmak için grafik çizen hesap makinelerini kullanma aynı zamanda öğrencilerin tutumlarına ve matematiksel bilgi boyunca kavramsal anlamalarına etki edebilir. Smith (1997), analiz dersin alan 38 üniversite öğrencisinin grafik çizen hesap makineleriyle öğretimin tutumlarını ve matematiği anlamalarına etkisini ortaya çıkarmaya çalışmıştır. Aynı zamanda hesap makinelerinin kullanılmadığı 45 kişiden oluşan iki dersteki öğrenciler de çalışmaya katılmışlardır. Öğrencilerin tutumlarını ölçmek için onlara hazırlanan tutum ölçeği ön-test son-test olarak verilmiştir. Sonuçta öğrencilerin matematik yapmak için yeteneklerine olan güvenleri artmıştır. Hesap makineleri öğrencilerin kavramları gözlerinde canlandırmalarını sağlamıştır [206] .

O'Callaghan (1998) üniversite seviyesindeki 6 sınıfta grafik çizen hesap makinelerinin kullanımını araştırmıştır. Üç sınıf hesap makinelerinin kullanımını olmadan geleneksel öğretim gerçekleştirildiği için kontrol grubu olarak tanımlanmıştır. Çalışma; grafik çizen bilgisayarların öğrencilerin tutumları ve başarıları üzerindeki etkisini değerlendirmeye çalışmıştır. Başlangıçta iki tane tutum ölçeği uygulanmış ve dönemin sonunda da tekrar ölçekler uygulanmıştır. Sonuçlar geleneksel eğitim alan grubun tutumlarında hiçbir değişikliğin olmadığını



gösterirken; hesap makinesi kullanan öğrencilerin matematiğe karşı tutumlarında, öğretmene bakış açılarında, matematikle ilişkili kendi kişisel kavramlarında ve matematikten hoşlanmalarında önemli artışlar sağlamıştır. Hesap makineleri öğrencilere daha gerçekçi uygulamalar keşfetmeleri ve çalışmalarına izin vermiştir [207].

Hollar&Norwood (1999)'un yaptıkları bir çalışmada cebire giriş dersini alan 90 üniversite öğrencisini bir deney bir de kontrol grubunu ayırmışlardır. Deney grubuna ev ödevleri, sınavlar ve final sınavı için hesap makinelerini kullanma şansı verilmiştir. Kontrol grubuna hesap makinelerini kullanma şansı verilmemiştir. Çalışma deney grubunun sadece kavramları daha iyi anlamalarını sağlamamış aynı zamanda matematiğe karşı daha olumlu tutum göstermelerini sağlamıştır. Kontrol grubuna göre matematik çalışmak için yeteneklerini daha çok geliştirdiklerini göstermiştir [208].

Grafik çizen hesap makineleri önemli derecede öğrencilerin tutumlarına ve matematiksel konuların kavramsal anlaşılmasına etki etmektedir. Eğitimciler sınıfta matematikle öğrencilerin kavramsallaştırmasını ilerletmek için grafik çizen hesap makinelerinin kullanımını için cesaretlendirilmelidirler. Grafik çizen hesap makinelerinin yardımıyla bir öğrenme çevresi öğrencilerin matematiksel kavramları keşfetmeleri ve geliştirmeleri için ayarlanabilmektedir. Öğrenciler biraz zor matematiksel görevlerle uğraştıklarında kendilerine güven kazanabilmektedirler. Eğer öğrenciler matematiği daha ilginç ve kişisel bulurlarsa matematikteki tutumları gelişebilmektedir ve matematiği daha değerli bulabilmektedirler. Grafik çizen hesap makineleri öğrencilerin matematiğe karşı tutumlarını cesaretlendiren, onların aktif katılımını sağlayan öğrenme çevresi sağlamak için işbirlikçi öğrenmeyle problem çözmeyle birleştirir.

## **2.10 Matematiksel Modelleme ve Teknolojinin Kullanımı**

Teknoloji geleneksel matematik programlarının katılığını öğrencilere hem hesapsal hem de analitik olarak problemleri ve uygulamaları inceleyebilecekleri

sonsuz bir denemeye izin vererek dengeler. Öğrencilere, yeni bir yaratıcı keşif düzeyine geçmelerine olanak tanır. Aynı zamanda sonuç ortaya çıkmadan önce yeni kavramların hangi aşamasında bir sorun oluşturduğunu belirleyerek yeni kavramlara öğrencileri hazırlamakta önemli bir rol oynar. Teknoloji, matematik eğitiminin çoğu alanını etkiler. Bu etkileri hem öğretmenlere hem de öğrencilere yeni yaklaşımların kullanılmasının gerekli olduğunu gösterir. Teknolojiler, öğrencilere geleneksel öğretimde çok zor olarak görülen matematiksel kavramlarla çalışmalarına izin verdiğinden; öğrencilerin matematiği kullanmadaki hiyerarşik bakış açlarına meydan okur. Aynı zamanda teknolojiler modelleme ve uygulamalara öğrencilerin tüm gerekli bilgileri geliştirdikten sonra başlanabileceği görüşüne de meydan okur. Matematik öğretiminde kullanılan teknolojiler, matematikte çoklu bağlantılar kurarak, öğrencinin matematiksel anlamasının bütüncül bir gelişimine destek sağlayabilirler [45, s.315-318] .

Matematik eğitiminde, tüm günlük hayat problemlerinin çözümü için teknolojinin kullanımı; hesap makinelerini, bilgisayarları, interneti ve bütün hesaplamaya veya grafik çizmeye izin veren bilgisayar yazılımlarını içerir. Bu araçlar, sadece hesaplama gücünü arttırmayı sağlamaz, aynı zamanda öğretime, öğrenmeye ve değerlendirmeye yönelik geniş fırsatlar da sağlar. Teknoloji, açıkça alt ve orta düzeydeki öğrencilerin, matematik çalışmalarında karşılaşacakları iyi yapılandırılmış, problemler için destek sağlar [34]. Teknolojiyle geleneksel beceriler üzerinde daha az zaman harcanır, problem çözme becerileri için zaman oluşturulur. [28]. Teknoloji öğrencilerin hâlihazırdaki yeteneklerin ve deneyimlerin ötesinde olan matematiksel konularında çalışmalarına imkân sağlar [209,s.669] .

Teknolojinin gelişmesi, matematiksel modellemenin öğretimindeki yöntem ve yaklaşımları etkilemiştir [210]. Teknoloji, hesaplamaya dayalı deneyler için defalarca kullanılabilir. Örneğin teknoloji belirli bir matematiksel model üzerinde bir parametrenin etkisini test etmede kullanılır. Uygun teknolojilerle bir modelin anlaşılmasını engelleyen belirli matematiksel engelleri aşmak mümkündür. Teknoloji daha az matematikle daha uygun karmaşık modelleri öğrencilerin daha çok veya en azından yapmalarına yardım edebilir. Modellemenin anahtar özelliklerinden biri,

gerçek veriler olmasıdır. Teknoloji bizi matematiğe ve modele odaklanmamızı sağlar [39].

Kadijevich, Haapasalo, Hvrovecky (2004), bilgisayar destekli modelleme ve uygulamalarının gücünün anlaşılması üzerinde çalışmışlardır. Genel anlamda teknolojinin modellemede kullanımı üzerinde dört ana soruya odaklanmışlardır:

- (a) Modelleme ve uygulanan problemlerle teknoloji hangi anlamlara sahiptir?
- (b) Hangi durumlarda modelleme ve uygulamaları öğrenmeyi kolaylaştırır?
- (c) Teknoloji ne zaman öğrenmeyi arttırır?
- (d) Modelleme ve uygulamaları herhangi bir teknoloji olmadan yapılabilir mi?

Uygulamalarından sonra gözlemlerini şöyle yansıtmışlardır:

- Güçlü teknoloji kullanma, matematiğin daha iyi anlaşılmasını sağlayabilir.
- Matematiksel bilgi, teknolojik araçların bilgisini geliştirebilir, tersi bir etki de söz konusudur.
- Teknoloji, geliştirilmiş bir modelin ilerleme adımlarını açıkça daha kolay görmemizde bize yardımcı olur.
- Modelleme ve uygulamalarının öğrenimi ve öğretimi belirli araçlar veya teknolojiyle sınırlandırılmamalıdır. [211, s.114-122].

Teknoloji, matematiksel modelleme sürecinde çeşitli yollarla kullanılabilir. Bilgisayar benzetimleri ve hesaplama tabloları matematiksel modelleri geliştirmek için kullanılabilir [36,s.215]. Bilgisayar yazılımları, grafik çizebilen hesap makineleri ise çabuk ve etkili bir şekilde grafiksel bir çözüm elde ederek modeli analiz etmemizi sağlar [39,s.44].

Matematik eğitiminde bilgisayarların kullanımı nicel olarak olduğu kadar nitel olarak da etki alanını genişletmektedir. Bu durum modelleme ve uygulamaları için de geçerlidir. Bilgisayarların kullanımıyla, öğrenenlere yönelik matematiksel içeriklerin ulaşılabilirliğini sağlamak, tasarlanan amaçların gelişmesine yardımcı olmak veya bazı sıkıcı matematik öğretimi etkinliklerini hafifletmek için, yeni olanaklar sağlar [2,s.25]. Modellemede en çok kullanılan teknolojik araçlar bilgisayarlardır. Kadijevich (2003),: matematik eğitiminin lise ve üniversite

düzeylerinde bilgisayar destekli modelleme eğitiminin birbirini takip eden 5 standardı olması gerektiğini önermiştir:

1. Modellemenin insan güdümlü bağlamının farkına varma
2. Modellemeyi karmaşık bir süreç olarak sunma
3. Düşünmeyi ve öğrenmeyi güçlendiren modellemeyi kullanma
4. Modellemenin Bilişsel, bilişötesi ve duygusal konuları güçlendirmesi ve onaylaması
5. Modelleme için bilgisayarları zihinsel araçlar olarak kullanma [212]

Bilgisayarlı modellemede kullanılan yazılımlar bulunmaktadır. Bunlar, elektronik hesaplama tabloları (Curve expert gibi) (Hyams,1996), Microsoft Excel (Microsoft,2008), Geometer's Sketchpad (Jawkiw,1995 ) gibi yazılımlar kullanılmaktadır [213]. Modelleme durumlarının amaçlarından birisi öğrencinin matematiksel olarak formüle etmeyi anlamasıdır. Burada başta gelen güçlük, sistematik olarak problemle uğraşmaktır [45,s.311-313].

Modelleme etkinliklerinde bilgisayar teknolojisinin kullanımının olumsuz yanları da bulunmaktadır:

- Bilgisayar ve diğer teknolojik araçlarla modelleme, hem öğrencilerde hem de öğretmenlerde daha çok niteliği ve üst düzey beceriyi gerektirir.
- Bilgisayarlar birçok riski ve problemi beraberinde getirir.
- Bireysel bilgisayarların yeterlisizliği ve düzenleme problemleri de görülür
- Öğrenciler için zihinsel çaba gösterme yalnızca tuşlara basmaktan ibaret hale gelebilir.
- Matematik öğretmenleri modelleme ve uygulamalarla ilgilenmek yerine bilgisayarlarla ilgilenebilirler. Öğrenciler de teknik olarak iyi yapılandırılmış bilgisayar programlarında hazırlanan sunumlardaki matematik problemleriyle bilgisayar tarafından alı konulabilirler.

[ 2, 38] .

## 2.11 Matematiksel Modelleme İle İlgili Araştırmalar

Zbiek (1998), araştırmasında 13 ortaöğretim matematik öğretmeni adayının gerçek yaşam durumlarını modellerken kullandıkları stratejileri araştırmıştır. Araştırmadaki katılımcılar dört modelleme etkinliğinin her biri için, kendilerine sağlanan eğri çizebilen bilgisayar yazılımlarını, grafik çizebilen hesap makinelerini içeren teknolojiyi kullanmada sürekli bir kararlılık sergilemişlerdir. Katılımcıların çalışma stillerinin dörde ayrıldığı görülmüştür. 1) Uygun işlevi seçme stratejisi, 2) Potansiyel fonksiyon üretme stratejisi, 3) Grafik programını kullanabilme veya uygun grafik seçme stratejisi, 4) Teknolojinin kullanılmadığı strateji. Son durumda modelin gelişimi öğrencinin bilgisine ve fonksiyonları anlamasına bağlıdır. Araştırma sonucunda katılımcılar deneyimsiz modelleyiciler olduğundan ve onların çalışma stilleri belirlenmiştir. Öyle ki, ilk üç stratejinin gelişiminin deneysel veri toplamaya dayalı olan deneysel bir yaklaşım benimsenerek oluşturulduğu görülmüştür. Bu dört stratejiyi benimseyen teorik bir model geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu üç deneysel stratejinin sadece biri, öğrencileri modeli doğrulamada, gerçek yaşam durumlarının özelliklerini göz önüne almaya yönlendirdiği bulunmuştur [214].

Doerr ve Tripp (1999), çalışmalarında öğrencilerin düşünce ve güdülenmelerindeki değişimlerini inceleyip, teknolojiyi kullanarak matematiksel modelleri nasıl geliştirdiklerini araştıran sınıf temelli nitel bir durum çalışması yapmışlardır. Çalışmada teknolojik araç olarak grafik çizebilen hesap makineleri kullanılmıştır. Grafik çizebilen hesap makineleri ile verilere ait grafiklerle öğrencilerin tahmin ettiği modeller arasındaki yanlış eşleştirmeler görülmüştür. Çalışmada, modellerin ve teknolojinin öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermede kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Ayrıca modelleme etkinliklerinde öğrencilere fikirlerini açıklamaları, soru sormak ve tahminler yapmaları fırsatları sağlandığında öğrencilerin öğrenme çevrelerinden yararlandıkları bulunmuştur [215].

Hock (2008), çalışmasında hizmet içi süresince matematiksel modelleme projesine katılan 6 ortaöğretim matematik öğretmenliyle, 4 hafta süren bir durum çalışması yapmıştır. Kursun amacı ortaöğretim düzeyinde matematik derslerindeki

öğrenci araştırmalarını, öğretmenlere tanıtmak olmuştur. Matematiksel modellemede, öğretmenler interneti, çeşitli istatistiksel paket programları, grafikleri çizmek için Ms-excel programı gibi teknolojik araçları kullanmışlardır. Kursun sonunda ve kurs boyunca öğretmenlerin, yazılı ve sözlü cevaplarından ortaöğretim öğrencileri için matematiksel modellemenin uygun olduğuna emin oldukları görölmüştür. Tüm öğretmenler; projelerdeki en önemli iki özelliğin yaratıcı problem çözme ve işbirliği olduğunu açıklamışlardır. Katılımcı gözlem kullanılmıştır. Proje çalışmalarını boyunca öğretmenlerin işbirlikli çalıştıkları görölmüştür. Deneysel ve geometrik modellere ulaşan bir yol izlemeleri, onların yaratıcı problem çözme becerilerini göstermiştir. Modelleme sürecinde öğretmenlerin hatalar yaptıkları da gözlemlenmiştir. Matematiksel modelleme, matematik öğrenmenin doğasını öğretmenlerin işbirlikçi ve yaratıcı yollarla deneyimlemelerini sağlamış, öğretmenler modelleme projesini zor bular da işbirliği ve kararlılıkla projeyi tamamlamışlardır. Öğretmenler gerçek bir yaşam durumundan matematiksel soyutlamalar yapabilmışlerdir. Matematiksel modellemenin doğrulanmasında, deneysel ve geometrik modelleri yaratıcı düşünceyle bulmuşlardır. Proje, matematiksel bilgiyi oluşturmak ve öğrenmek için öğretmenlere, bir öğrenme çevresi sağlamıştır. Proje; açıklama, keşfetme, bağlantı kurma, tahmin etme, muhakeme etme, ispatlama, doğrulama veya çürütme için öğretmenlere fırsat sağlamıştır. Matematik programlarına modelleme eklendiğinde modellemeye ayrılacak zamana ve programda nasıl işleneceğine dikkat edilmelidir. Ayrıca öğretmenlerin de matematiksel modellemeyi öğrenmesi göz önüne alınması gereken önemli bir durumdur. Matematiksel modellemede öğrencilerden yaratıcı çözümler bulmaları beklendiğinde bir miktar belirsizlik de beraberinde gelir. Bu tipte projelerle öğretmenlerin kazandığı deneyimler, onlara modelleme projelerinde öğrencilere rehberlik etmek için güven verir [51].

Crouch ve Haines (2001), çalışmalarında yükseköğretim programlarındaki öğrencilerle matematiksel modellemeyle gerçek hayat problemlerini bağlantılandırmada öğrencilerin karşı karşıya kaldıkları problemleri çözmek için bazı yeni yollarla yeni sonuçlar sunmuşlardır. Çalışmanın verileri çoktan seçmeli anketler ve görüşmelerle elde edilmiştir. Çalışma sonunda, uzman ve deneyimsiz modelleyicilerin özelliklerine ait şu sonuçlara ulaşılmıştır:

Öğrenciler arasındaki çeşitlilik öğrencilerin problemleri anlamaları ve tanımlamalarında farklılık oluşturur.

- Deneyimsiz modelleyiciler gerçek hayat problemlerini çözmede daha az başarılıdırlar.
- Modellemede karşılaşılan kaygı, matematikte karşılaşılan kaygı gibi kabul edilir.
- Modellemedeki deneyim eksikliği, gerçek yaşamdan matematik dünyasına aktarımda zorluklara neden olur.
- Uzman modelleyiciler, matematiği çözmede ve çözümlerin yorumlanmasında daha başarılıdırlar.
- Deneyimsiz modelleyiciler modelleme döngüsünün belirli aşamalarında uzman modelleyici gibi davranış gösterirler.
- Matematiksel modelden gerçek yaşama geçişte daha fazla ilgi ve bağlantı kullanılır [216].

Maul ve Berry (2001), çalışmalarında bir modelleme görevini çözmede üniversitenin matematik bölümünde okuyan öğrencilerin çalışma stillerini durum çalışmasıyla araştırmışlardır. Çalışmaya birinci ve ikinci sınıflardan toplam 18 öğrenci katılmıştır ve öğrenciler dört gruba ayrılmıştır. Modelleme görevini çözmede Derive ve Omnigraph yazılım programları öğrenciler tarafından kullanılmıştır. Dört gruptan ikisiyle görüşmeler yapılmıştır. Çalışma veri toplama aracının bir problemin başlangıcında hazır olduğunda öğrencilerin sıkça zayıf modeller üreterek rasgele yolla çalıştıklarını göstermiştir. Öğrenciler aceleyle veri toplama yoluna girmişlerdir. Çalışma sonunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

Öğrencilerin iyi modelleyiciler olabilmeleri için gelişimleri kolaylaştırılmalı, sınıftaki öğretime güncel bir problemten başlanmalı ve fiziksel durum ona göre düzenlenmelidir. Çalışmada öğrenciler, gerçek bir durumla karşılaştıklarından birbirleriyle bağlantısız bilişsel beceriler göstermişlerdir. Öğrenciler, matematiksel ve standart modeller üzerine odaklandığında, cesaretlendirmeye ihtiyaç duymuşlardır. Matematiksel modelleme becerilerinin gelişimi için problemlerin ve stratejilerin geliştirilmesine ihtiyaç vardır [29].

Lingefj rd (2002), alışmasında İşveli  ğretmen adaylarının bir modelleme problemini ozerken eylemlerini gözlemlemiştir. Çalışmada,  ğrencilerin modellemeyi başarma yolları, kullandıkları stratejiler ve tutumları tartişılmıştır. 2000-2001 akademik yılında 23  ğretmen adayı ile konuyla ilgili bir ders yürütülmüştür. Bu adaylar, 4. sınıftan 9.sınıfa ve 10.sınıftan 12.sınıfa kadar olan öğrencilerle matematiksel modellemenin öğretilmesi konusunda eğitim alan öğrencilerden oluşmuştur. Çalışmaya katılan hiç kimse problemin ihtiyaç duyduğu yaklaşımları problem oz m nden daha önce işbirlikli olarak yapmamışlardır. Çalışmayı matematiksel içeriği öğrencilerin teknoloji ve geçmiş matematik bilgileriyle matematiksel modellemeyi kullanarak genişletilmiş problemlerin nasıl oz leceğine yönelik onlara bir kavrayış kazandırma amacıyla içinde şekillendirilmiştir. Çalışmada bilgisayar yazılımlarından Geometer's Sketchpad, Microsoft Excel, Curve Expert programları, grafik çizebilen hesap makineleri ve internet öğrencilerin kullanıma sunulmuştur. En önemli sonuç öğrencilerin süreçten memnun kalmış olmalarıdır. Diğer öğrencilerle birlikte tartişma yolları, kendi oz mleri ve diğer oz m yolları zengin ve karmaşık görülen problemleri dengelemektedir. Diğer bir sonuç, öğrencilerin kendi modellerinden doğan veri noktalarını kullanarak matematiksel modelleme problemlerini ozebilmeleridir. Geniş kapsamlı problemler, öğrencilerin ozmesi için kullanıldığında, öğrenciler istekle farklı oz mler bulacaklar ve bunları diğer kişilerle paylaşacaklardır. Çevrelerinde matematiği daha çok görme düşüncesi oluşturacaklardır [213].

Nyman ve Berry (2002), çalışmalarında matematiksel modellemedeki yaptığı kursta öğrencilerin transfer edebilme becerilerinin nasıl geliştiğini öğrencilerin bakış açılarının nasıl değiştiğini incelemişlerdir. Öğrenciler daha önceki matematik bilgileriyle modelleri yapılandırıdıkları için kursun onlara çok şey kattığını ifade etmişler. İfadelerinde ve yaptıklarında da belirttikleri gibi transfer edebilme becerilerinin geliştiği gözlemlenmiştir. Öğrenciler, kursta diğer alanlara matematiği nasıl uygulayacakları ve nasıl yeni bir yolla problemi ele alıp ozebileceklerini öğrendiklerini ifade etmişlerdir. Yazarlar, transfer edebilme becerilerinin gelişimi bağlamında matematiksel modellemenin  ğretimi için mantıksal bir temeli ele almışlardır. Program, gerçeklerin, kuralların ve algoritmaların toplamından, onları üretmek ve değerlendirmek için oluşturulan etkinlikleri içerir. Bir lisans  ğrencisi,



örüntülerin farkına varabilmeli, modelleri genelledebilmeli, onları geliştirebilmeli, modellerin geçerliğini sağlayabilmeli, modelleri genişletebilmelidir [217].

Taner ve Jones (2002), çalışmalarında modellemenin düşünme becerilerini geliştirip geliştirmedigini test etmişlerdir. Çalışmaya, Wales'taki 6 okuldan 12 kişilik bir öğretmen grubu katılmıştır. Bu grup 7. ve 8. sınıflarda (11 ve 12. yaşlarındaki öğrenciler), matematiksel modelleme görevlerinin kullanımını araştırmak için bir eylem araştırması grubu oluşturmuşlardır. Öğretmenlerin bir sınıfı deney grubu, diğer sınıfı kontrol grubu olarak ayrılmıştır. Böylece 12 deney grubuna karşılık, 12 kontrol grubuyla modelleme etkinliklerinin matematiksel düşünme becerileri üzerindeki etkisini araştırmak için bir yarı-deneysel araştırma deseni oluşturulmuştur. Ön test, son test ve kalıcılık testleri uygulanmıştır. Yazılı sınavlara ek olarak, her sınıftan iki öğrenci alınarak matematiksel modelleme sürecine katılan bu öğrencilerle (48 öğrenci) yazarlar süreç boyunca yüz yüze yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapmışlardır. Her bir değerlendirme noktasında öğrencilerin matematiksel düşüncelerinin gelişimini analiz etmek için “dinamik değerlendirme” formu kullanmışlardır. Çalışmada, araştırma verilerine doğal olarak bazı öğrencilerin dikkatli olduklarını ispatlayan ve biliş ötesi kapsamı üzerinde ortaöğretim yıllarında düşünülebileceği odaklanmıştır. Uygulamalı problem çözme ve modelleme yardımıyla matematiğin içeriğinden daha çok, süreçlerin öğretilmesi amaçlanmıştır. Kursun 2 aşaması vardır: “Strateji, mantık ve iletişim alanlarındaki anahtar becerilerin kademeli gelişimini canlandırmak için bir dizi bilişsel meydan okuyucular yapılandırılmıştır.”, “Öğretim tekniklerinin kullanımı, planlama, işleme, değerlendirme gibi biliş ötesi becerilerin olgunlaşmasını cesaretlendirmek için yapılmıştır.” Etkin biliş ötesi beceriler olan çalışma, planlama, izleme, değerlendirme becerilerinin öğretimi ve değerlendirilmesi üzerine odaklanmıştır. Araştırmacılar, öğrencilerin ilerlemesi için gerekli en düşük düzey yapısını sağlamayı amaçlamışlardır. Amaç öğrenciyle yakınsal gelişim alanı (ZPD) içinde çalışmaktır. Deney dışında öğrencilerin bir görevde başarılarını veya başarısızlıklarını gözlemlemekten ziyade, hedef bir görevde öğrencilerin ilerlemek için ne kadar yardıma ihtiyaç duyduğunu kaydetmektir. Gruplar arasında başlangıçta ölçülmek istenen durumlar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Dinamik değerlendirme görüşmeleri yardımıyla, ölçülen biliş ötesi becerilerin ortalama

puanları deney sürecinde, hem deney grubunda hem de kontrol grubunda hızlıca artmıştır. Ancak deney grubunda çok daha fazla bir gelişim olmuştur. 5 ay sonraki kalıcılık testinde büyük ölçüde deney grupları performanslarını korumuş ve geliştirmişlerdir. Deney sınıflarındaki öğretmenler, sınıflarında ilk deneyden uzun zaman sonra sürdürülen bir takım anahtar biliş ötesi becerileri öğretebilmişlerdir. Buradaki etkinin büyüklüğü ve öğrenilen beceriler, matematiksel modelleme için önemlidir. Ayrıca öğrencilerin matematiğe yönelik motivasyonlarında da ilerlemeler olmuştur [218].

Crouch ve Haines (2004), çalışmalarında matematiksel modellerle gerçek hayat uygulamaları arasında ilişki kurmada öğrencilerin karşılaştıkları problemleri açıklayarak bazı çözüm önerileri getirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın sonuçları öğrencilerin matematiksel modelleme problemindeki çok sayıda cevabı içeren anketlerdeki cevaplarına, öğrencilerin yansıtıcı anketlerine ve sonradan öğrencilerle yapılan görüşmelere dayandırılmıştır. Çalışmada sınıflandırılmış modelleme problemleri kullanılmıştır. Çalışmaya katılan 23 öğrencinin verdiği 92 cevap kategorileşmiştir. 25 uzmanca bu cevaplar üç düzeyi içeren sınıflamayla analiz edilmiştir. Öğrencilerin problemi çözmek için kullandıkları süreçle cevap almak için gözlemlenen işaretler arasında bir bağlantı vardır. Bu öğrenciler matematikle ilgili problemlerle karşılaştıklarında daha kaygı yaşamaktadırlar. Çalışmanın en önemli sonucu öğrencileri matematiksel dünyayla gerçek dünyayı ilişkilendirmede zayıf olduklarını iddia etmesidir. Bu durum, öğrencilerin gerçek hayatla matematiksel dünya arasındaki bağlantıları kurmada daha çok deneyime ihtiyaçları olduğu bakış açısını destekler. Matematiksel modellemenin gelişiminde gerçek bağlamda henüz yarı matematikleştirilmemiş daha fazla açık uçlu soru üzerinde pratik yapmaya ihtiyaç vardır. Aynı zamanda öğrencinin gerçek yaşamla olan ilgili durumları onun modellemeye yönelik becerisini etkilemektedir [216].

Lin ve Yang (2005), çalışmalarında ortaöğretim öğrencilerinin modelleme düşüncelerinin özelliklerine odaklanmışlardır. Araştırmacılar öğretmenlerle işbirliği halinde 3 sınıfta uygulamalar yapmışlardır. Öğrencilerden bilgiyi basitleştirip, tekrar düzenlemeleri, matematiksel çalışmayı yapılandırmayı ve tekrar yorumlamaya ihtiyaç duyan modelleme problemlerini çözmeleri istenmiştir. Video kayıtları

öğrencilerin akranları ve öğretmenleriyle olan etkileşimlerine odaklanmıştır. Uygulamaya katılan öğrenciler 3 farklı sınıftan gelmiştir. Bu 3 öğrenciden 2si 11.sınıf öğrencisi, diğeri ise 10.sınıfa gelmiş bayan öğrencidir. Veriler, 3 sınıfta matematiksel modelleme görevlerini içeren 10 ders boyunca toplanmıştır. Veri analizi, iki aşamada tamamlanmıştır. İlk aşamada öğrencilerin neyi ifade ettiklerini anlamak için video kayıtları transkript edilmiş, incelenmiş ve tartışılmıştır. İkinci aşamada, öğrencilerin matematiksel modellemeye yönelik düşüncelerini ve çözümlerini analiz etmek için bir kavramsal çerçeve geliştirilmiştir. İlk çerçeve iki boyuttan meydana gelmiştir. Matematiksel yaratıcılığı gösteren matematiksel düşünce, fiziksel ve matematiksel düşünce arasında geçişe odaklanan matematiksel modellemedir. Öğrencilerin çözümlerini tanımlayan ve karşılaştıran iki boyutun işlemsel tanımlamaları ve öğrencilerin cevapları bileşenleri farklı görevlerle birlikte çok sayıda yorumlamayla veri çeşitlemesinden sonra formüle edilmiştir. Matematiksel dil, kavram ve araçları içermiştir. Üç farklı modelleme süreci tanımlanmıştır [67].

Iversen ve Larson (2006), çalışmalarında geleneksel matematik eğitiminin değerlendirmeleriyle gerçek hayat problemleri arasında bir uyumsuzluğun olduğuna dikkat çekerek model ve modelleme olgusunu açıklamak için çok katmanlı tasarım tabanlı araştırma yöntemiyle bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada modelleme etkinliği yapılmıştır. Bu etkinlikteki geleneksel ön ve son testlerden elde edilen öğrenci performansı verileri yaklaşık 200 öğrenciden alınmıştır. Katılımcılar, fen ve mühendislik alanında okuyan ve calculus dersini alan öğrencilerden oluşmaktadır. Sonuçta çalışma, geleneksel testlerin kullanıldığı çevrelerde çok iyi performans gösterenlerin, MOE’de çok iyi performans göstermelerinin gerekmediği vurgulanmıştır. Bunun nedenlerinden biri öğrencilerin etkinliğe gösterdikleri tutumların inançlarının ve güdülerinin etkisiyle şekillenmesi olarak açıklanmıştır [219].

Pierce ve Stacey (2006), 14-16 yaş aralığındaki ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin matematik başarılarını arttırmak ve onların derse daha çok katılımını sağlamak için bilgi teknolojisiyle gerçek yaşam problemlerinin kullanımını içeren bir çalışma yapmışlardır. Çalışma, 6 okulda bir proje kapsamında yürütülmüştür.

Çalışmaya her bir okuldan 9-10 yıl çalışma deneyimine sahip 7 öğretmen katılmıştır. Çalışmada cebir konusunda doğrusal ve ikinci dereceden fonksiyon ve denklemlere odaklanılmıştır. Araştırmacılar, öğretmenlerin sunumlarından rapor tutmuşlardır. Öğretmenlerden gerçek hayat problemleriyle ilgili iki senaryoyu sınıflarında uygulamaları ve yazılı bir anket doldurmaları istenmiştir. Sürecin sonunda görüşmeler yapılmıştır. Veri analizleri sonucunda öğretmenlerin öğrencilerin olumlu tutum göstermelerine yönelik öncelik verdikleri, matematiğe yönelik olumlu tutumlarını sürdürmek için öğretmenlerin sınıfta gerçek hayat problemlerini arttırdıkları görülmüştür. Çalışmada öğrencileri motive etmek ve ilgilerini sağlamak amacıyla gerçek hayat problemlerinin önemli olduğu vurgulanmıştır. [220] .

Doerr (2006), çalışmasında dört deneyimli matematik öğretmenin uygulama çalışmalarına ait bir durum çalışması yapmıştır. Çalışma; öğretmenlerin öğrencilerin geliştirmekte olan modellerini dinleme ve karşılık verme yollarını, bunları yaparken de karşılaştıkları zorlukların doğallığını test edilmesine olan ihtiyaç üzerine şekillenmiştir. Çalışmada kullanılan model oluşturma etkinliği, çarpımsal olarak bir örüntüyü iki katına çıkaran bir üstel fonksiyonu kapalı fonksiyon halinde ifade etmeyi içermektedir. Çalışma soruları aşağıda verilmiştir:

- Öğretmenler, öğrencilerin üstel fonksiyonlar hakkındaki düşünme yollarını ne zaman görürler, net ölçümlerini nasıl yaparlar ve gördüklerini nasıl değerlendirirler?
- Öğretmenler sınıf uygulamalarında öğrencilerin düşüncelerini nasıl karşılarlar?

Açıkça odaklanılan durum, öğrencilerin düşüncelerini geliştirebilen çeşitli yolları öğretmenin anlaması, öğretmenlerin gelişime yönelik dinleme yolları ve öğrencilerin gelişimlerini destekleyecek pedagojik stratejileri cevaplama yollarıdır. Öğretmenlerin her biri 20 yıl deneyime sahiptirler, konu bilgileri yeterlidir. Uygulama yapılan sınıflar 12.sınıftır, öğrencilere daha önce de kullandıkları grafik çizebilen hesap makinelerini kullanmalarına izin verilmiştir. Her bir ders videoya alınmış ve transkript edilmiş, açık uçlu kodlamayla analiz yapılmıştır. Analizin ikinci aşamasında her bir ders için tanımlanan kritik özellikleri her bir öğretmen için kod kümelerini oluşturmaktan oluşmuş, her derste baskın olaylar tanımlanmıştır. Sonuç olarak öğretmenler öğrencilerin matematik görevine derinden katılmaları için görevi

fırsat görecer görev kapsamını genişletmişlerdir. Öğrencilerin görev hakkında nasıl düşündüklerine ait bir şema geliştirme ve onun yardımıyla öğrencilerin düşüncelerinin süzülerek öğretmenlerce yorumlanması ve öğretmenlerin onları belirleme yolları görülmüştür. Bu durum, çok sayıda öğrenci tarafından sınıfa taşınan düşünme yollarının öğretmenlerce yorumlanmasının onların eylemlerinde etkili olduğunu sonucunu doğurur. Öğretmenlerin öğrencileri dinlemede ele aldıkları yaklaşımlarda önemli bir değişim yaşanmıştır. Bunun nedeni matematiksel modellerin gelişimine öğrencilerin dâhil edilmesiyle öğretimde öğretmen rolü üzerinde yeni ihtiyaçlar getiren bir değişimin olmasıdır. Öğretmenin temel görevi açıklama ve tahmin için algılanan olguların kullanışlı ve anlamlı modelini oluşturmaları için ihtiyaç duydukları öğrencileri göreve katmasıdır. Bu şekilde, öğrencilerin önceden sahip olduğu daha derin bilgiyi görmeye ve yorumlamaya yönelik öğrencilere öğretilmesi gerekenler ( önceden ihtiyaç duyulan bilgi ve beceriler) belirlenmeden öğretimin odağı değişir. Öğretmenlerin hedefi, bir amaç olarak öğrencilerin düşüncelerini sınıflamak değil daha çok öğrencilerin yaşadıkları fikir ayrılıklarını çözmeye ve test edebilecekleri alternatifler sağlamaya öğrencilerin bir görev hakkında düşünmelerine izin veren yollar için geniş bir şemaya sahip olmalarıdır. Modelleme yardımıyla, matematik öğretildiğinde öğretmenin yapacağı öncelikli görev, öğrencilerin gelişmekte olan modellerinin daha fazla gelişimini sağlaması öğrencilerin düşüncelerini yanıtlamak için onları dinlemesidir [221] .

Keskin, Arıkan ve Bulut (2006), çalışmalarında ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin ne düzeyde olduğunu araştırmışlardır. Gazi üniversitesi ortaöğretim matematik öğretmenliği 3. sınıf öğretmen adaylarından örnek olay araştırma deseniyle 21 öğrenci seçilmiş ve bu öğrencilerle bir yarıyıl boyunca matematiksel modellemeyle ilgili uygulamalı matematik dersi yapılmıştır. Uygulamanın öncesinde 4 soruluk başarı testi ve 10 soruluk anket uygulanmıştır. Uygulama sonrasında ön teste paralel 3 soruluk başarı testi ve yine ön ankete paralel 8 soruluk son anket uygulanmıştır. Ayrıca 5 öğrenciyle uygulama öncesi ve sonrasında görüşmeler yapılmıştır. Öğrencilerin görüşlerinin değerlendirilmesinde fenomenografik yöntem kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre öğretmen adayları matematiksel modelleme uygulamalarını yapmalarına karşın matematiksel modellemeyi tam olarak açıklayamamışlardır. Matematiksel

modelleme örneği vermeleri gerektiğinde kendilerine testlerde uygulanan örnekleri örnek olarak vermişlerdir. Uygulama sonunda matematiksel modellemeyle modelleme arasındaki farkı ayırt edebilmişlerdir. Öğretmen adaylarının hepsi öğretmenlik yaparken matematiksel modellemeye derslerinde yer vereceklerini belirtmişlerdir. Öğretmen adayları üniversitede modelleme çalışmalarının ders olarak verilmesini önermişlerdir. Sonuç olarak matematiksel modelleme öğretildikten sonra modelleme becerilerinin geliştirilebileceği vurgulanmıştır [222] .

Didiş ve Kaltakçı (2006), çalışmalarında fizik öğretmenliği bölümü öğrencilerinin yer çekimi kavramına ilişkin durumları açıklayabilmek için matematiksel modelleri kullanıp kullanmadıklarını ve kullanılan matematiksel modellerin öğrenciler tarafından doğru yorumlanıp yorumlanmadığı ve ne kadar doğru yorumlayabildiklerini araştırmışlardır. Çalışma Ortadoğu Teknik Üniversitesi fizik öğretmenliğinde öğrenim gören üçüncü, dördüncü ve beşinci sınıf öğrencilerinden 41 öğrenciyle yapılmıştır. Bu öğrencilere araştırmacılar tarafından geliştirilen, iç tutarlık düzeyi 0,74 olan kavram testi uygulanmıştır. Öğrencilerin sorulara verdikleri yanıtlar teorik yaklaşımın matematiksel bilgi yapıları alt başlığı altında araştırmacılar tarafından farklı zaman aralıklarında bireysel ve grupça incelemişlerdir. Çalışmadan şu sonuçlara ulaşılmıştır:

- Öğrencilerin çoğu soru çözümlerinde modelleri kullanmışlardır. Soruyu çözerken doğru matematiksel model kullanmalarına rağmen yanlış sonuca ulaşmışlardır.
- Öğrencilerin doğru modeli kullanarak yanlış cevaba ulaşmaları, matematiksel modeldeki tanımlayıcı değişkenlerin değişimini yeterince kavramamalarından, bu değişkenleri yorumlamada göz önüne almamaları nedeni olmuştur [223].

Stillman, Galbraith, Brown ve Edwards (2007), çalışmalarında gerçek yaşam deneyimi bağlamında bir görev yapılandırıldığında ve uygulandığında öğrencilerin girdikleri bilişsel süreçleri; bir modelleme görevini tamamlamaya yönelik öğrencilerin tamamlaması gereken (matematiksel/modellemeye ait/teknolojik) yeterlikleri araştırmışlardır. Araştırmacılar modelleme görevi boyunca kullanılan bilişsel eylemleri elde etmişler, tamamlanması gereken tüm yeterlikleri de

tanımlamışlardır. Modelleme sürecindeki aşamalar arasında geçişte öğrencilerin tıkanıklık yaşayabilecekleri tüm durumların kavramsal çerçevesini şekillendirmişlerdir. Bu kavramsal çerçeve 21 dokuzuncu sınıf öğrencisinin  $50 \times 2 = 100$  dakika süren bir modelleme görevini tamamlamaları sonucunda elde edilen verilerin analizinde kullanılmıştır. Araştırmacılar iki kamera kullanmışlar. Biri sınıfı diğeri odaklanılan grubu kayda almış. Ses kayıt cihazı da kullanılmış. 10 gruptan çalışma yaprakları toplanmış, 5 öğrenciyle de görevdeki durumlarla ilgili görüşmeler yapılmıştır. Araştırmacı notları süreç boyunca ve sonrasında alınmıştır. Yapılan transkriptten sonra kavramsal çerçeveye araştırılan durumlara ulaşılmıştır. Böylelikle kavramsal çerçeve belirli bir modeli öğrencilerin başarıyla tamamlamasını gerektirdiğinde öğrencilerin ihtiyaç duyabilecekleri yeterlikleri tanımlayabilmiştir. Sosyal yeterliklerle oluşan zorlukları tanımlayarak, modellemeyi tasarlayanın, verilen problemin neresinde, ne tür tıkanmaların olabileceğini tahmin etmelerini mümkün kılabilir. Bu anlama, öğretimin planlanmasına, özellikle de önceki bilgi ve becerilerin (modelleme yeterliklerini içeren) tanımlanmasına ihtiyaç duyulursa anahtar noktalarda bilgi için arada müdahaleleri hazırlamaya, önemli kısımlarını desteklemeye katkıda bulunur. Matematiğin gerçek hayat problemlerini nasıl çözeceğini göz önüne alma, çoğu durum hakkında öğrencinin, karar almasını gerektirir. Bu öğrenme sürecinin önemli bir parçası iken bazı görülemeyen tıkanıklıkla bir veya birkaç öğrenci karşılaştığında hemen o ada öğretmen desteği sağlamak için ihtiyaç duyulan konuma öğretmeni yerleştirir. Deneyimli öğretmenlerin çoğu için bu meydan okuyucu bir durumdur. Formüle etme ve yansıtıcı etkinliklerin birleşmesi modelleme becerilerini geliştirmede kritik role sahiptir [80].

Eric (2008), çalışmasında matematiksel modellemenin matematik programlarında yer alması gerektiğini savunan görüşü destekleyen bir çalışma yapmıştır. Matematiksel modelleme sürecine öğrenciler dâhil edildiğinde, öğrencilerin matematiksel gelişimlerinden biri olan matematikleştirme aşaması ile ilgili açıklamalarda bulunmuştur. Çalışmada, modelleme süreci küçük gruplar tarafından yürütülen modelleme varsayımına dayandırılmıştır. Çalışmaya, 5i ilköğretimden toplam 6 öğrenci katılmıştır. Eğitimsel yaklaşım olarak, öğretmenin kolaylaştırıcı olması ve öğrencilerin küçük işbirlikçi gruplarda çalışmasını gerektiren

probleme dayalı öğrenme kullanılmıştır. Öğrencilere olay tabanlı veya gerçek yaşama yakın bir problem sunulmuş ve onların durumu fark etmeleri sağlanmıştır. Öğrenciler, problemi anlamak için onu yorumladıklarında önceki bilgileriyle ilişki kurdukları kadar problem durumunun ne olduğuna dair problem bağlam ve hedefleriyle ilgili açıklamalar yapma ve sorular sorma yardımıyla tartışmışlardır. Bu tartışma onları değişkenleri ve ilişkileri tanımlamaya, onların üzerinde çalışmaya yönlendirmiş ve böylece onlara problem kavramları sağlayarak problemin temsilini oluşturmalarına imkân sağlamıştır. Araştırmacılar, öğrencilerin model geliştirme süreçlerine dâhil olmalarını matematiksel muhakeme, biliş ötesi düşünce ve problem çözme becerilerinin birbiriyle etkileşimi olarak görmektedirler. Öğrencilerin matematikleştirme süreci, muhakeme, iletişim ve bağlantılandırma durumları açıklanmıştır. Matematik öğrenme; “gerçek hayat durumlarını içine almalıdır” sonucuna ulaşmışlardır. Modelleme etkinlikleri, matematiksel muhakemeyi ilerletmede ve anlamlı öğrenmeyi sağlamada katalizör olarak görülmektedir. Matematiksel modelleme sürecinin gerçekleştirildiği problem öğrencilerin tasarlama ve verimli göstergeler gibi bir kullanımın farkına varmalarıyla durumları anlamlandırabildikleri ve süreç boyunca kendi matematiksel düşüncelerini geliştirebildiklerini göstermektedir. Geleneksel problem çözme yaklaşımlarının yapamadığını matematiksel modelleme süreçleri gerçekleştirmede öğrencilere fırsatlar sağlar [56] .

Mousoulides, Christou ve Sriraman (2008), ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin modelleme etkinliklerine katıldıklarında modelleme problemlerini çözmek için becerilerini nasıl kullandıklarını analiz ederek bu becerilerin zamanla nasıl değişim gösterdiğini incelemişlerdir. Uygulama 6,7 ve 8.sınıflarda yapılmıştır. Her sınıf düzeyinden iki ayrı seçilmiş ve sınıflardan biri deney diğeri kontrol grubu olarak ayrılmıştır. Öğrencilerin modelleme süreçlerini yoklamak için deney gruplarına sırasıyla üç ay süren 6 modelleme etkinliğinden oluşan bir program uygulanmıştır. Her bir etkinlik iki hafta sürmüştür. Kontrol grupları herhangi bir modelleme etkinliği içermeyen matematik kitaplarıyla düzenli olarak çalışmaya devam etmişlerdir. Öğrencilerin modelleme becerilerini test etmek için üç ayrı zaman diliminde 9 matematiksel görevden oluşan bir test kullanılmıştır. Veri kaynaklarını, tüm sınıf tartışmaları boyunca öğrencilerin cevaplarını içeren video kayıtları, ses



kayıtları, öğrencilerin final modelleri, çalışma kâğıtları, modellerini geliştirmekte kullandıkları süreçleri ayrıntılı olarak rapor eden final raporları, araştırmacının alan notları oluşturmuştur. Uygulama sonucunda deney grubundaki öğrencilerin matematiksel modelleme becerileriyle kontrol grubundaki öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerinin gelişimi arasında anlamlı farklılık olmuştur. Altıncı sınıftaki deney grubundaki öğrencilerin modelleme becerilerindeki değişim oranı kontrol grubundaki öğrencilerin değişim oranına göre olumlu ve istatistiksel olarak anlamlı olup 2,5 kat daha fazla bir artış oranı olmuştur. Sekizinci sınıf öğrencileri içinde aynı durumlar söz konusu ve deney grubundaki öğrencilerin değişim oranı kontrol grubundaki öğrencilere 3 kat daha fazladır. Araştırmacılar, öğrencilerin modelleme süreçlerini betimlemişler, modelleme becerilerinin gelişimini incelemişler ayrıca bu iki duruma etki eden diğer faktörleri belirlemişlerdir. Bu faktörler öğrencinin modellemeye olan farkındalığı (modellemeyle ilgili önceki deneyimleri), problemin içeriği, sınıf düzeyi ve kullanılan araçlardır. Öğrencilerin bu türde becerileri önceki modelleme becerilerinden, modelleme ve problem çözmedeki ustalıklarından gelir. Çalışmadaki öğrenciler matematiksel kavram ve süreçlerle ilişki kurmuşlardır. Uygulamadaki öğrenciler modelleme aşamalarını tamamlamışlar ve problemleri çözmüşlerdir. Her bir sınıf düzeyindeki öğrenciler tamamen farklı yaklaşımları kullanarak problemi çözmeyi denemişlerdir. Sekizinci sınıf öğrencileri altıncı sınıf öğrencileriyle karşılaştırıldığında daha karmaşık ve belirginleştirilmiş (refine) modeller yapılandıkları görülmüş, aynı zamanda daha kolay var olan modelleri uyarlamış ve aktarmışlardır. Sekizinci sınıf öğrenciler, daha fazla sayıda modelleme sürecine girmişler, daha etkili sonuçlarla iletişim kurarak sonuçlarını yansıtmışlardır. 8. sınıf öğrencileri modelleri yapılandırırken daha ileri (çok yönlü-karmaşık) formül ve yaklaşımlar kullanmışlardır. Ayrıca 8. sınıf öğrencileri daha formal ve soyut yolla matematiği düşünmüşler, bu yolla da formül ve algoritmaları etkili kullanmışlardır. Tartışmalar ve akran etkileşimiyle modellemede daha iyi ilerlemişlerdir. Öğrencilerin modelleme becerileriyle modelleme sürecinin bileşenleri arasında etkileşim, sürekli ve karşılıklıdır. Öğrencilerin modelleme becerileri bir modelleme problemini çözmeye kullandıkları yolu etkiler. Benzer şekilde öğrenciler modeller üzerinde çalıştıklarında becerileri modelleme döngülerine taşındıklarından bu beceriler paylaşılır ve daha fazla gelişir. Bu faktörler öğrencilerin yeteneklerini etkiler ve aynı

zamanda modelleme süreçlerindeki etkisini değiştirebilir. Etkinliklerle öğrencilerin modelleme davranışları biçimlendirilir [74].

Perry ve Todder (2009), son sınıf tıp öğrencileriyle matematiksel modelleme konusuna yönelik değişen tutum ve duyguları incelemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmaya, 2005-2006 akademik yılında tıp alanında son sınıfta öğrenim gören 23 öğrenci katılmış, bir hafta süren 30 ders saatlik işlik çalışması yapılmıştır. Çalışmanın diğer amaçları da öğrencilerin matematiksel modelleme ve bilgisayar dayalı veri analizinde becerilerini geliştirmektir. Çalışmada “Matematiksel modelleme nedir?”, “Matematiksel modelleme için bilgisayarlar nasıl kullanılabilir?”, Bilgisayarlardan elde edilen çıktıları anlama kadar, doğrusal ve karmaşık denklemler nasıl ilişkilendirilebilir ve matematiksel modellemeyi içeren tıp makalelerine eleştirel olarak öğrenciler nasıl okuyabilirler?” sorularına cevap aranmıştır. İşlik çalışmaları, tıpla ilgili özel konuları, diferansiyel modelleri içeren örnek dosyaları, bu gibi modelleri kodlama ve değişken tanımlamalarını, benzetimleri, bilgisayarla modellemenin kullanımını içermiştir. Matematik ve bilgisayara karşı uygulama öncesinde ve sonrasında tutumlarını ölçmek için 6’lı likert tipte anketler uygulanmıştır. Bu anketler öğrenci memnuniyetini ve matematiksel bilgilerini ölçecek bilgileri de içermiştir. Çalışmanın en önemli sonucu matematiğe ve bilgisayarlara yönelik öğrencilerin temel tutumlarının değişmediği veya değişimin anlamlı olmadığı görülmüştür. Özel içerikli sorular matematiksel modellerin tıpta ve akademik olarak kullanımı hakkında olmuştur. Matematiksel modellere yönelik özel tutumlarla ilişkili sonuç örüntülerinden ve tıptaki kullanımlarından özel içerikli sorular oluşturulmuştur. Tıp konularına yönelik tutumlarda ve matematiksel modellemenin kullanımında yeterliklerine yönelik öğrencilerin önceki ve sonraki tutumları arasında tıpta olduğu kadar (tıptaki uygulamalara yönelik matematiksel modellerden doğan teoriyi uygulama yeteneği) ve akademik düzey (matematiksel modellemeyi kullanan makaleleri anlama ve yorumlama yetenekleri) açısından da anlamlı farklılık bulunmuştur. Ayrıca derste bir kişinin katılımından elde edebileceği yardıma ilişkin tutumlarında ve gelecekte daha ileri düzeyde matematik eğitimine katılımı ilgili düşüncelerde bir değişim bulunmuştur. Matematiksel modelleme ve onun tıpta kullanımına yönelik tutumlarla ilişkili sorularda (özel) kursun öncesinde ve sonrasında tıp alanında matematiksel

modelleri okuma ve uygulamadaki yeterlik ve isteklilik (hazır olma) duyguları hakkındaki tutumlarında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Doktor olarak işlerinde matematiksel modelleri uygulamak için isteklilik duygusuna yönelik bir eğilim olduğu görülmüştür. Bu eğilim tıpta matematiksel modellerin anlaşılması, kazanılması ve uygulanmasının gelişimine yöneliktir. Çalışmada diğer bir amaç da öğrencilere matematiksel dil kazandırmaktır. Dersin genelinde matematikle ilgili yetersizlik duygularını ve bazı kaygı durumlarını özellikle de matematiğin bilgisayarlaştırılmasıyla ilgili duygu ve korkuların giderilebildiği düşünülmüştür. Ayrıca uygulama öğrencilerin bilgisayarlı matematiksel modelleme programlarını kullanım becerisi olan yeni bir beceriyi geliştirme konusunda başarılı olmuş ve öğrencilerin bu yöndeki becerileri artmıştır. Öğrencilerin literatürdeki matematiksel verilerin analizini anlama ve yorumlama yetenekleri artmış, bilgisayarlı veri analizi konusunda öğrencilerin becerileri gelişmiştir. Tıp alanında matematiksel modellerin anlaşılmasını ve uygulanmasını içeren deneyde, öğrencilerin gelişimlerinin anlamlı olduğu görülmüştür [224].

Blum ve Borromeo-Ferri (2009), farklı matematiksel düşünme stillerine sahip öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliğindeki modelleme rotalarını ve davranışlarını incelemişlerdir. Çalışmaya iki dokuzuncu sınıf öğrenci katılmıştır. Her iki öğrenci matematiksel düşünme stillerine göre farklı rotalarda etkinliği tamamlamışlardır. Öğrencinin biri analitik düşünme stiline sahipken, diğer öğrenci görsel düşünme stiline sahiptir. Araştırmacılar her iki öğrencinin de farklı sınıf ortamlarındaki durumlarını gözlemlemişlerdir. Sınıf ortamları etkin-stratejik ve yönlendirmeci sınıf ortamlarıdır. Her iki öğrencide modelleme yeterlikleri ve becerilerinde ilerleme sağlamıştır. Etkin-stratejik sınıflardaki öğrencilerin ilerlemesi yönlendirmeci sınıflardaki öğrencilerden istatistiksel olarak daha fazladır ve süreklilik göstermektedir. Araştırmacılar, modelleme yeterliklerinin uzun öğrenme süreçlerinde (yılları aşabilen) yapılandırılması gerektiğine dikkat çekmekte ve modellemenin önemli bir yeterlik olduğunu ancak hedeflenenlerin kapsamlı bir matematik eğitimiyle sağlanabileceğini ifade etmektedirler [55].

Lim, Tso ve Lin (2009), çalışmalarında doğa bilimlerinde öğrenim gören 26 öğrenciye bir ders kapsamında matematiksel modellemeyle ilgili bir proje

uygulamasını gerçekleştirmişlerdir. Bu 26 öğrenciden 6'sı ile durum çalışması yapılmıştır. Projenin amacı öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarında uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında değişme olup olmadığını araştırmaktır. Amaçlardan bir diğeri de projenin öğrencilerin matematiksel inanç ve kaygılarına etkisini incelemektir. Veriler anketler ve yarı yapılandırılmış görüşmeler yardımıyla toplanmıştır. Ankette, açık uçlu sorular olduğu gibi tutumla ilgili ifadeler de yer almıştır. Tutum dört boyutta ele alınmıştır: Matematiksel inançlar, matematikten hoşlanma, kullanışlılık, matematik kaygısı. Öğrencilerden volkanik bir patlama sonucunda küllerin dağılımını gösteren bir matematiksel model yapmaları istenmiştir. Teknolojik araç olarak matlab yazılımı kullanılmıştır. Öğrenciler daha önce bu yazılımı kullanmadıklarını ifade etmişlerdir. Proje tamamlandığında öğrenciler daha önceden matematikten hoşlandıkları için onların matematiğe olan ilgilerini etkilememiş, ancak projenin matematiğin kullanışlılığını güçlendirdiklerini hissettiklerini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarında önemli bir değişim olmamıştır. İnanç, kaygı ve kullanışlılık gibi durumlarda anlamlı bir değişim görülmemiştir. Ancak hoşlanma boyutunda değişim ve artış görülmüştür. Matematiksel modelleme öğrenmeyi ilginç kılmıştır. Öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarında değişim oluşturamamıştır. Kısa zamanda matematikteki ve matematik hakkındaki inançların değişmemesi araştırmacılarca normal karşılanmıştır. Teknolojinin kullanımı göz önüne alındığında, teknoloji yardımıyla çizilen grafikler öğrencilerin anlamasını kolaylaştırmış, çözümü anlama noktasında grafiklerin öğrencilere yardımcı olduğunu ifade etmişlerdir. Bazı öğrenciler modellemeyi ve bilgisayar kullanarak matematik yapmayı eğlenceli bulmuşlardır. Paket yazılımı kullanmanın karmaşık matematik problemini çözmede etkili olduğunu belirtmişlerdir. Öğrenciler projeyi doğa bilimleriyle ilgili gördüklerinden uygulanabilir olduğunu belirtmişlerdir. Her grubun farklı projelerde çalışması gerektiğini belirtmişlerdir. Başlangıçta öğrenciler matlab kullanmada sıkıntı yaşamalarına rağmen, matlabı öğrenmenin ve kullanmanın zor olmadığını vurgulamışlardır [58].

Kim ve Kim (2010), iki aşamalı bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmalarında matematiksel olarak üstün yetenekli öğrencilerin matematiksel modelleme süreçlerini gözlemlemişler ve süreçleri analiz etmişlerdir. Öğrencilerin yaratıcı problem çözme

becerilerinin matematiksel modelleme yardımıyla geliştirilme potansiyelinin olup olmadığını incelemişlerdir. Matematiksel modellemenin yaratıcı üretim becerisinin ilerlemesine yönelik ayrıntılı katkısını anlamak için öğrencilerin davranışları analiz edilmiş, bu analiz üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Çalışma Seul'deki üstün yetenekliler için açılan Seongdong Enstitüsü'ndeki amaçlı örneklem yoluyla seçilen 19 6. sınıf öğrencisiyle matematiksel modelleme derslerinde yürütülmüştür. Bu sınıftan 4 kişilik bir grup gözlemlenmiştir. İki kamera kullanılmış, kameralardan biri grubu çekmiştir. Öğrencilerden matematiksel modelleme sürecinde yüksek sesle düşünceleri istenmiştir. Video transkriptleri ve çalışma yapıları analiz edilmiştir. Öğrenciler, model oluşturma ve model keşfetme aşamalarında bir modelleme problemi, model uyumsama aşamasında da başka bir modelleme problemi çözmüşlerdir. Öğrencilerin eğri, doğru ve parçalı doğru grafiği gibi konuları bilmediğini ancak grafiği çizdikten sonra bu üç durumu keşfederek öğrendikleri görülmüştür. Ayrıca öğrenciler matematiksel modelleme yardımıyla kendileri için bilgi bulup uygunluğunu denemişler, matematiksel dilin doğru temsilini geliştirmişler, derin anlamlar kazanmışlardır. Sorgulama becerilerini geliştirmek için bir araç olarak yaratıcı üretim yeteneğini geliştirmede, öğrenci problemin yerini kesin olarak belirleyebilmeli, gerekli veriyi araştırmalı, problemi çözmek için uygun yöntemleri kullanmalı, diğer kişilerin de anlayabileceği şekilde açık olarak iletişim kurmalıdır. Matematiksel modellemede öğrenciler, bir çözüm bulmak için doğrudan probleme meydan okunmalıdır. Çeşitli kavramsal modeller arasından bir matematiksel model seçme; grubun fikir birliğine bağlıdır. İletişim becerileri, bir kişinin düşüncelerini diğer kişilerin açık olarak anlayabilmesini için gereklidir. Sorgulama becerileri, öğretmenin neyin ne olduğunu öğretmenden daha çok istenilen zamanda öğrencilerin uygun yeteneklerini kendilerinin göstermelerini gerektirir. Öğrenciler matematiksel modellemede bunları denerler. Çalışmanın ikinci aşamasında öğrencilerin kendi kendine öğrenmeyi yönetmeye yönelik, tutum gelişimini incelemek için matematiksel modelleme sınıfına katılan üstün yetenekli öğrencilerle katılmayan üstün yetenekli öğrenciler arasında karşılaştırma yapılmıştır. Bu amaçla iki farklı enstitüden öğrenciler seçilmiştir. Bir enstitünün, birinci ve ikinci sınıflarından 31 öğrenci 6 ay boyunca matematiksel modelleme dersinde özel eğitim almışlar, diğer enstitüdeki aynı sınıflardaki 27 öğrenci bu eğitimi almamışlardır. Ölçüm aracı olarak matematik çalışmak için 10 kendi kendine öğrenme faktörünü

içeren kendi kendine öğrenmeyi yönetme tutumu ölçeği uygulanmıştır. Başlangıçta testten elde edilen ortalama puanlar arasında .01 anlamlılık düzeyinde aralarında fark bulunmayan gruplar, 6 aylık uygulamadan sonra .01 anlamlılık düzeyinde aralarında fark olduğu bulunmuştur. Özellikle, özel eğitim alan öğrenciler, matematiğin değerinin farkına varma, matematik kavramının farkına varma, öğrenmeyi denetleme gibi faktörlerde üst düzey gelişim göstermişlerdir. Araştırmacılar; sonuç olarak matematiksel modellemenin bir program olarak üstün yeteneklilerin eğitiminde yer almasını önermektedirler [63].

Güzel ve Uğurel (2010), çalışmalarında matematik öğretmen adaylarının Analiz-I dersindeki akademik başarılarının matematiksel modelleme yaklaşımlarına olan etkisini araştırmışlardır. Özel durum çalışması niteliğindeki olan bu çalışma, ortaöğretim matematik öğretmenliği bölümünde öğrenim gören farklı akademik başarıya sahip oniki öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubunun oluşturulmasında Analiz-I, dersinde yapılan beş yazılı sınavın ortalaması göz önüne alınmıştır. Bu sınavların ortalamalarına göre yüksek, orta ve düşük düzey ortalamaya sahip olan gruplardan dörder kişilik üç grup oluşturulmuştur.. Veriler öğrencilere uygulanan matematiksel modelleme problemleri kullanılarak toplanmıştır. Problemlerin analizinde, ilgili literatürdeki matematiksel modelleme süreçleri göz önüne alınmış ve çalışmanın araştırmacılar tarafından geliştirilen 5 basamaklı bir puanlama sistemi kullanılmıştır. Araştırmanın sonuçları, öğretmen adaylarının akademik başarılarının, matematiksel modelleme yaklaşımlarını, bir ölçüde etkilediğini ortaya koymuştur. Belirtilen etki, akademik başarının modelleme becerisinin geliştirilmesinde gerekli fakat yeterli olmadığı yönünde kendini göstermiştir. Araştırmacılar, matematik öğretmen adaylarının akademik başarılarının artırılmasının onların matematiksel modelleme döngüsünün tüm basamaklarında başarılı olmalarını tek başına sağlayamayacağı ifade etmektedirler. Buradan hareketle, akademik başarının yanında bireyin matematiksel modelleme problemleri üzerine deneyim kazanmalarının sağlanmasının da bir gereklilik olduğu ortaya çıkmaktadır. Araştırmacıların en önemli önerisi; öğretmen adaylarının modelleme becerilerinin geliştirilmesinde akademik başarılarının dikkate alınmasının yanı sıra, matematiksel modellemeye yönelik deneyim kazandırılmasının da gerekli olduğudur [225].

Taşova ve Delice (2010), çalışmalarında matematik öğretmen adaylarının sahip olduğu analitik, geometrik ve harmonik düşünme yapılarını belirleyip, düşünme yapılarının matematiksel modelleme etkinliklerindeki performanslarını nasıl etkilediğini ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Çalışma grubu, bir devlet üniversitesinde tezsiz yüksek lisan programında öğrenim gören 75 matematik öğretmeni adayından oluşmuştur. Öğretmen adaylarının sahip olduğu analitik, geometrik ve harmonik düşünme yapıları belirlendikten sonra matematiksel modelleme performanslarını incelemek için gerçek hayat bağlamında hazırlanan modelleme etkinlikleri yaptırılmıştır. Etkinliklerden elde edilen nitel verilerin analizinde kategorilendirme ve betimsel istatistik kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının %7'si geometrik, %35'i harmonik, geriye kalan %58'inin de analitik düşünme yapılarına sahip olduğu bulunmuştur. Geometrik düşünme yapısına sahip öğrencilerin hepsi modelleme etkinliklerinde yüksek performans göstermişlerdir. Analitik düşünme yapısına sahip öğrencilerin %20'si harmonik düşünme yapısına sahip öğrencilerin %11'i yüksek seviyede performans göstermişlerdir. Araştırmacılar, geometrik düşünme yapısına sahip öğrencilerin %7 ile sınırlı kalmasını, ortaöğretim matematik programının cebir vurgusu ve üniversiteye geçiş sisteminde uygulanan sınava yönelik test için yapılan öğretime bağlamışlardır. Harmonik düşünme yapısına sahip öğretmen adaylarının modelleme etkinliklerinde en düşük seviyede performans sergilemeleri düşünüldüğünde, zihnin görsel-resimsel ve sözel-mantıksal bileşenlerinin bir arada kullanılmasının modelleme etkinliklerindeki performansı azaltabildiği ifade edilmiştir [226].

Eraslan (2010), çalışmasında modelleme etkinliklerini kullanarak ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme süreçlerini incelemeyi, eğer varsa da modelleme sürecinde öğrenciler için engel olan durumları belirlemeyi amaçlamıştır. Problemler rutin olmayan, karmaşık gerçek dünya durumlarını ifade eden, kişilerden bu durumları yorumlamasını ve formüle etmesini isteyen problemlerdir. Çalışma 2009-2010 akademik yılının güz yarısında Karadeniz bölgesi'nde bulunan bir üniversitenin ilköğretim matematik öğretmenliği bölümünde, matematiksel modelleme dersini alan 45 öğrenciden oluşmaktadır. Öğretmen adaylarının dönemin sonunda verilen modelleme sorularına verdikleri cevaplar ve bu

cevaplar ışığında seçilen üç öğrenci ile yapılan odak grup görüşmeleri sonunda toplanan veriler, nitel analiz teknikleri kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmanın ulaştığı sonuçlar açısından model oluşturma etkinlikleri öğretmen adayları için yeni bir öğrenme ortamı oluşturmuş, diğer yandan da öğretmen adaylarının modelleme süreçlerinin bazı aşamalarında zorlandıkları ve engellerle karşılaştıkları görülmüştür [227].

Korkmaz (2010), araştırmasında ilköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modellemeyle ilgili bir uygulama öncesi ve sonrasında görüşlerinin ve tutumlarının değişip değişmediğini ve matematiksel modelleme yeterliklerini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırma Marmara coğrafi bölgesinde bulunan bir üniversitenin eğitim fakültesinin ilköğretim matematik öğretmenliği ve sınıf öğretmenliği bölümünde yapılmıştır. Araştırmaya ilköğretim matematik öğretmenliğinden 37 sınıf öğretmenliğinden 33 öğretmen adayı katılmıştır. Veri toplama araçları olarak matematik tutum ölçeği, modeller ve modelleme anketi ve bireysel görüşmeler kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrasında modeller ve modelleme görüşlerinde ve matematik dersine karşı tutumlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlenmiştir. İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adayları arasında matematiksel modelleme yeterlikleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Matematiksel modelleme sürecinde öğrenciler güçlükler yaşamışlardır. Öğretmen adayları modellemenin karmaşık ve uzun bir süreç olmasına rağmen modellemeden keyif aldıklarını ve matematiğin günlük yaşamdaki öneminin farkına vardıklarını belirtmişlerdir [228].



## 2.12. Araştırmacının Kuramsal Bakış Açısı

Araştırmanın kuramsal alt yapısı matematiğe yönelik tutumlar, matematiğe yönelik inançlar, matematiğe yönelik kaygılar, bilgisayar ve bilgisayar kullanımına karşı tutumlar, problem çözmede hesap makinesinin kullanımı ilişkin düşünceler, matematiksel modelleme ve uygulamalarına yönelik düşünceler, matematiksel modellemenin duyuşsal özelliklere etkileri hakkındaki düşünceler, modelleme etkinliklerinin bilişsel özelliklere etkileri hakkındaki düşünceler, matematiksel modelleme etkinliklerinde teknolojinin kullanımına ilişkin düşünceler alt boyutlarıyla ile alındı. Yukarıda verilen literatür bu araştırmada aşağıdaki gibi ele alınmıştır. Araştırma 11. sınıf fen lisesi düzeyinde yapılmıştır.

Modelleme etkinliklerinin 11. sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematiğe yönelik tutumları üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturup oluşturmadığı incelenecektir. İlgili alan yazında Perry ve Todder (2009)'in son sınıf tıp öğrencileriyle ve Lim,Tso ve Lin (2009)'in doğa bilimlerindeki öğrencilerle yaptıkları benzer çalışmalar araştırma için kaynak olmuştur [58,224]. Her iki araştırma yükseköğretim düzeyindeyken bu araştırma ortaöğretim düzeyinde gerçekleşmiştir. Pierce ve Stacey (2006)'nın araştırmalarında bu araştırma grubuna benzer yaş aralığındaki bir grupta çalışılmıştır. Araştırmada öğrencilerin matematiğe yönelik olumlu tutumlarını devam ettirebilmek için öğretmenlerin sınıfta gerçek hayat problemlerinin kullanımını arttırdığı bulunmuştur [220]. Modelleme etkinlikleri de gerçek hayat problemleridir. 11. sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematiğe yönelik olumlu tutumlarını sürdürmede etkinliklerin yeterli olup olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca Korkmaz (2010)'nun çalışmasında ilköğretim ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili bir uygulama öncesi ve sonrasında matematiğe yönelik tutumlarında bir değişimin olup olmadığı incelenmiştir [228]. Bu araştırmada 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin modelleme etkinliklerinin onların matematiğe yönelik tutumları üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturup oluşturmadığı ön test son test kontrol gruplu deneme modeli yardımıyla incelenecektir.

Araştırmada incelenen diğer konu ise matematiğe yönelik inançlardır. Modelleme etkinliklerinin 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematiğe yönelik inançları üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturup oluşturmayacağı belirlenmeye çalışılmıştır. Lim, Tso ve Lin (2009) da doğa bilimlerindeki öğrencilerin benzer şekilde modelleme etkinliklerinin matematiksel inançlar üzerindeki etkisini incelemişlerdir. İlgili araştırmada inançlar üzerinde herhangi bir anlamlı farklılık süreç sonunda görülmemiştir. Kısa sürede inançlarda değişimin olmaması yazarlar tarafından normal karşılanmıştır [58]. İnançlar, bilişsel özellikleri gereği çok zor değişime uğrayan yapılardır. Öğrencilerin düşünce ve eylemlerini düzenleyen filtreler olara görev yapan inançların problem çözme becerileri üzerinde güçlü etkileri dikkate alınmaya çalışılmıştır. Iverson ve Larson (2006)'ya göre geleneksel matematik eğitiminin değerlendirmeleriyle gerçek hayat problemlerinin değerlendirilmesi arasında uyumsuzluk vardır. Yazarlar, geleneksel testlerde çok iyi performans gösteren öğrencilerin modelleme etkinliklerinde çok iyi performans göstermelerinin gerekmediğini vurgulamışlardır. Bunun nedenlerinden birini bireylerin modelleme etkinliklerine karşı göstermiş oldukları tutumların, inançların ve güdülenmelerinin etkisi olarak gösterilmiştir [219]. Fen lisesi öğrencileri geleneksel testlerde çok iyi performans gösteren öğrencilerden oluşmaktadır. Onların modelleme etkinliklerine karşı gösterecekleri olumlu tutum, inanç ve güdülenmeleri modelleme etkinliklerindeki başarılarını etkileyip etkilemeyeceği incelenecektir. Bu amaçla fen lisesi öğrencilerinin modelleme etkinliklerine yönelik olumlu tutum ve inançları gösterip göstermedikleri araştırılacaktır.

Araştırmada incelenen konulardan biri de matematiğe yönelik kaygılardır. Modelleme etkinliklerinin 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematiğe yönelik kaygıları üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturup oluşturmayacağı incelenmeye çalışılmıştır. Lim, Tso ve Lin (2009)'in araştırmasında matematiğe yönelik kaygıların incelenmesi yükseköğretim düzeyinde olmuştur. Lim, Tso ve Lin (2009)'in araştırmasında katılımcılarda herhangi bir kaygı değişimi gözlemlenmemiştir [58]. Bu araştırmada beklenti de modelleme etkinliklerinin ortaöğretim öğrencilerinde herhangi bir kaygı artışına veya azalışına neden olup olmadığı boyutu araştırılacaktır.

Araştırmada incelenen konulardan bir diğeri de 11. sınıf düzeyinde bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik öğrencilerin tutumlarıdır. Perry ve Todder (2009)'in çalışmalarında son sınıf tıp öğrencileriyle modelleme etkinliklerinin bilgisayar kullanımına karşı tutumlarına etkisi araştırılmıştır [224]. Bu araştırmada da varsa öğrencilerin bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik olumsuz tutumlarının, bilgisayar kullanımına yönelik kaygılarına etkisi araştırılacaktır.

Bu araştırmanın amaçlarından biri de 11. sınıf fen lisesi öğrencilerinin modelleme etkinliklerinin problem çözüme hesap makinesinin kullanımına ilişkin düşünceleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olup olmadığını belirlemektir. Alan yazındaki çoğu çalışmada hesap makineleri ve bilgisayarlar bir problem çözüme etkinliği olan modellemede kullanılmıştır. Ancak çalışmaların herhangi birinde hesap makinelerinin modellemede etkililiği incelenmemiştir. Bu araştırmada özellikle hesap makinelerinin problem çözüme bağlamında modelleme etkinliklerindeki kullanımı incelenecektir.

Bu araştırmanın alt problemlerinden biri de fen lisesi 11.sınıf öğrencilerinin modelleme ve uygulamalarına yönelik düşüncelerinin ne olduğunun belirlenmesidir. Zbiek (1998) ve Crouch ve Haines (2001)'in çalışmalarındaki öğrenciler gibi fen lisesi öğrencileri de deneyimsiz modelleyicidirler. Onların modelleme bakış açıları modelleme etkinliklerinin matematik eğitiminde kullanılabilmesi açısından çok önemlidir. Öğrencilerin modeli, matematiksel modeli ve modelleme problemlerinin özelliklerini nasıl algıladıkları belirlenmeye çalışılmıştır. Matematik eğitiminde matematiksel modellemenin kullanımına nasıl baktıkları belirlenmesi gereken durumların başında gelmektedir [214,216]. Örneğin Hock (2008)'in çalışmasında hizmet içi bir kursa katılan ortaöğretim matematik öğretmenleri matematiksel modellemenin ortaöğretim öğrencileri için uygun olduğunu ifade ettikleri görülmüştür [51]. Yine Lingefjärd (2002)'nin çalışmasında İsveçli öğretmen adayları matematiksel modelleme sürecinden memnun kalmışlardır [213]. Keskin, Arıkan ve Bulut (2006)'un çalışmasına katılan öğretmen adayları öğretmenlik yaparken matematiksel modellemeyi matematik öğretiminde kullanacaklarını belirtmişlerdir [222]. Alan yazında incelenen durumlar öğretmen ekseninde olup öğrenci ekseninde

görüşlere yer verilmemiştir. Bu araştırmada öğrencilerin matematik eğitiminde modellenmenin kullanımına yönelik görüşleri belirlenecektir.

Araştırmanın alt problemlerinden biri de öğrencilerin modelleme sürecini nasıl gördükleri ve tamamladıklarıyla ilgilidir. Matematiksel modelleme aşamalarını nasıl geçirdikleri, grup çalışmasının modellemedeki yeri, öğretmen ve öğrencilerin modellemedeki rolünün öğrencilere göre belirlenmesine çaba harcanmıştır. Stillman ve diğerleri (2007), çalışmalarında gerçek yaşam deneyimi bağlamında bir görev yapılandırıldığında ve uygulandığından öğrencilerin girdikleri bilişsel süreçleri; bir modelleme görevini tamamlamaya yönelik öğrencilerin tamamlaması gereken yeterlikleri araştırmışlardır [80]. Hock (2008) ve Eric (2008) çalışmalarında işbirlikli çalışmanın modellemedeki önemine değinmişlerdir [51,56]. Doerr (2006)'nın çalışmasında modellemede öğretmenin yerine getirmesi gereken görevler vurgulanmıştır [221]. Eric (2008)'i araştırmasında modelleme etkinliklerinde öğretmenin kolaylaştırıcı olarak rol alması ifade edilmiştir [56]. Araştırmada 3-4 kişiden oluşan heterojen işbirlikçi gruplar oluşturulacak, araştırmacı tarafından rehber ve kolaylaştırıcı rolleri uygulanmaya çalışılacaktır. Öğrencilerin geçtiği modelleme aşamaları ayrıntılı bir şekilde verilecektir.

Araştırmanın diğer nitel alt problemlerinden biri de modelleme etkinliklerinin öğrencilerin duyuşsal özelliklerine olan etkisini incelemektir. Duyuşsal özelliklerine göre öğrencilerin modelleme davranışları, modelleme tipleri incelenmeye çalışılmıştır. Tutum, inanç, kaygı boyutlarında matematiğe yönelik duyuşsal alanın birlikte ele alınarak hem nitel hem nicel verilerle değişimin olup olmadığı gözlemlenmeye çalışılmıştır. Alanyazındaki araştırmalarda matematiksel modelleme sürecine katılan öğretmen adaylarının modellemeye karşı olumlu tutum sergiledikleri gözlemlenmiştir. Bu araştırmada ortaöğretim düzeyinde bu durumun incelenmesi yapılacaktır.

Araştırmanın alt problemlerinden biri de öğrencilerin modelleme etkinliklerinin bilişsel özelliklerine olan etkileri hakkındaki düşüncelerinin belirlenmesidir. Bilişsel özellikler olarak problem çözme ve yaratıcı problem çözme becerileriyle modelleme yeterlikleri ele alınmıştır. Hock (2008)'un çalışmasında

öğretmenler modelleme sürecinin en önemli özelliği olarak yaratıcı problem çözme becerilerini görmüşlerdir. Öğretmen adayları yaratıcı problem çözme becerilerini modelleme sürecinde aktif olarak kullanmışlardır [51]. Taner ve Jones (2002), çalışmalarında matematiksel modellemenin düşünme becerilerini geliştirip geliştirmediğini test etmişlerdir. Modelleme etkinlikleriyle eğitim alan deney grubunun kontrol grubuna göre düşünme becerileri anlamlı farklılık göstermiştir [218]. Lin ve Yang (2005), çalışmalarında ortaöğretim öğrencilerinin modelleme düşüncelerinin özelliklerine odaklanmışlardır. Matematiksel modellemede matematiksel yaratıcılığın kullanıldığını ifade etmişlerdir [67]. Keskin, Arıkan ve Bulut (2006) çalışmalarında ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin ne düzeyde olduğunu araştırmışlardır [222]. Stillman ve diğerleri (2007), çalışmalarında öğrencilerin modelleme etkinliğindeki modelleme yeterlikleri belirlenmiştir [80]. Eric (2008), öğrencilerin model geliştirme süreçlerine dahil olmalarını matematiksel muhakeme, biliş ötesi düşünce ve problem çözme becerilerinin birbirleriyle etkileşimi olarak görmektedirler [56]. Mousoulides, Christou ve Sriraman (2008), ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin modelleme etkinliklerine katıldıklarında modelleme problemlerini çözerek problem çözme becerilerini analiz etmişler ve bu becerilerin zamanla değişimini incelemişlerdir [74]. Blum ve Borromeo-Ferri (2009), farklı matematiksel düşünce stillerine sahip öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliğindeki modelleme rotalarını ve davranışlarını incelemişlerdir [55]. Kim ve Kim (2010) öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerilerinin matematiksel modelleme yardımıyla geliştirilme potansiyelinin olup olmadığını incelemişlerdir [63]. Taşova ve Delice (2010), çalışmalarında matematik öğretmeni adaylarının sahip olduğu düşünme yapılarını belirleyip düşünme yapılarının öğretmen adaylarının matematiksel modelleme performanslarını nasıl etkilediğini belirlemeye çalışmışlardır [226]. Korkmaz (2010) araştırmasında ilköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini araştırmayı amaçlamıştır [228]. Tüm alan yazında incelenen araştırmalar bu araştırmanın bu alt problemlerine temel olmuştur. Bu araştırmada öğrencilerin problem çözme ve yaratıcı problem çözme becerilerinin öğrencilerin düşüncelerine göre gelişip gelişmediği belirlenmeye çalışılacaktır. Öğrencilerin modelleme yeterliklerinin ne düzeyde olduğu belirlenecektir.

Araştırmanın nitel diğer bir alt problemi öğrencilerin modelleme etkinliklerinde teknolojinin kullanımınıdır. Maull ve Berry (2001)'in çalışmalarında hesap makineleri ve bilgisayar yazılımları çalışmaya katılan öğrencilerce aktif olarak kullanılmıştır [29]. Lingefjärd (2002)'nin çalışmasında öğretmen adayları hesap makinelerini ve bilgisayarları kullanmışlardır. Öğretmen adayları süreçten memnun kalmışlardır [213]. Perry ve Todder (2009)'un çalışmasında son sınıf tıp öğrencilerinin modelleme becerilerinin geliştirilmesi yanında bilgisayara dayalı veri analizi becerilerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bilgisayar ve hesap makinelerinin kullanımı öğrencilerin hizmetine sunulmuştur. Çalışmada ayrıca matematiğin bilgisayarlaştırılmasıyla ilgili duygu ve korkuların giderilebileceği düşünülmüştür [224]. Bu çalışmalardan hareketle bu çalışmada modelleme etkinliklerinin öğrencilerin hesap makinesi ve bilgisayarların kullanımıyla ilgili düşüncelerine etkisi alınmaya çalışılmıştır. Araştırmada matematiksel içeriği öğrencilerin teknoloji ve geçmiş matematiksel bilgileriyle matematiksel modellemeyi kullanarak genişletilmiş problemlerin nasıl çözüleceğine yönelik bir kavrayış kazandırma amacı taşınmıştır.

### 3.YÖNTEM

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

#### 3.1. Araştırma Modeli

Araştırmada nitel ve nicel araştırma desenleri birlikte kullanılmıştır. Araştırmada ön test-son test kontrol gruplu deneme modeli ile nitel veri birleşiminden oluşan araştırma deseni kullanılmıştır ( Tablo 3.1.) Patton (1990,s.192)'nin “karma” yapı olarak adlandırdığı bu desen, nicel veri ve tümdengelimci denencelere dayalı istatistiksel analiz ile nitel veri, doğacı araştırma ve tümevarıma dayalı içerik analizinden oluşmuştur [229,s.192].

**Tablo 3.1 Araştırma Deseni**

| Araştırma Deseni | Ön Test   | İşlem                     | Son Test  |
|------------------|---|---------------------------|---|
| Nicel Desen      | 1. Matematik Tutum Ölçeği<br>2. Matematik İnanç Ölçeği<br>3. Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeği<br>4. Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği<br>5. Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeği | Modelleme<br>Etkinlikleri | 1. Matematik Tutum Ölçeği<br>2. Matematik İnanç Ölçeği<br>3. Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeği<br>4. Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği<br>5. Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeği |
| Nitel Desen      | 5. Açık Uçlu Ön Anket ve Isınma Problemleri   |                           | 6. Öğrenci Günlükleri (Araştırma süreci boyunca)<br>7. Açık uçlu son anket  |

Patton (1987)'a göre yöntemin gücünü arttırmanın yollarından biri çeşitleme (triangulation) kullanmaktır. Bir diğeri ise, yöntemlerin bazı özelliklerini alıp birleştirerek karma bir yöntem ortaya çıkarmaktır. Bu karma yöntemi anlamak için, nicel- deneysel ve nitel-doğacı yaklaşımın veri toplama ve analiz öğelerini ayırmak gerekmektedir. Tipik bir nitel yöntem şu bölümlerden oluşmaktadır: 1) Nitel veri, 2) Doğacı araştırma, 3) Tümevarımcı içerik ya da vak'a analizi. Nicel yöntem ise: 1) Nicel veri, 2) Deneysel ya da yarı deneysel araştırma deseni, 3) Tümdenvarımcı denencelere dayalı istatistiksel analizler [230]. Her iki yaklaşımın da güçlü yanları vardır ama birlikte kullanıldığında bazı önemli yararları görülmektedir [231] .

Araştırmanın nicel deseninde ön test son test kontrol gruplu deneme modeli kullanılmıştır. Bu modelde seçme yoktur. Araştırma belirli amaçlar için daha önce şekillenmiş olan gruplar üzerinden yapılmaktadır [232,s.85]. Araştırma modeli aşağıdaki gibidir.



**Şekil 3.1. Araştırmanın Nicel Deseni [232,s.85]**

Bu model bize daha önce oluşmuş grupların aynen alındığını ancak şans yoluyla bunlardan bir tanesinin deney grubu, ötekini de kontrol grubu olarak atandığını göstermektedir. Gruplar, bir kez deney başlamadan önce bir kez de deney bittikten sonra ölçülmektedir [232,s.85].

Araştırmada deney ve kontrol grupları oluşturulmuştur. Deney grubuna model oluşturma etkinlikleri yapılırken kontrol grubuna herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır. Model oluşturma etkinliklerinde öğrenciler 3-4 kişilik işbirlikli gruplara ayrılmıştır. Grupların heterojen olmasına dikkat edilmiştir. Tablo 3.1.'den görüldüğü gibi ön test-son test olarak matematik tutum ölçeği, matematik inanç ölçeği, matematik kaygısını derecelendirme ölçeği, bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum ölçeği, problem çözmede hesap makinesinin kullanımı ölçeği uygulanmıştır. Ön testlerin ardından 9 hafta modelleme etkinlikleri



uygulanmış ve son testler uygulanarak öğrencilerde değişimlerin olup olmadığı gözlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 3.1.'den görülebileceği gibi araştırmanın ikinci kısmı nitel verilerden oluşmaktadır. Araştırmanın nitel sürecinde yapılandırılmış öğrenci günlüklerinden ve son anketten elde edilen veriler araştırmanın alt amaçlarına göre içerik analizinden geçirilmiştir.

### 3.2 Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Çalışma grubu örneklem olarak amaçlı örneklemdir. Amaçlı örnekleme yöntemleri nitel araştırma geleneği içinden çıkmıştır. Patton (1987)'a göre amaçlı örnekleme zengin bir bilgiye sahip olduğu düşünülen durumların derinlemesine çalışılmasına imkân vermektedir [230]. Çalışmada amaçlı örneklem yöntemlerinden kritik durum örnekleme kullanılmıştır. Kritik bir durum veya durumların varlığına işaret eden en önemli gösterge bu burada oluyorsa başka benzer durumlarda da kesinlikle olur veya tam tersine bu burada olmuyorsa başka benzer durumlarda da kesinlikle olmaz şeklinde bir yaklaşımdır. Araştırmacı problemiyle ilgili bu tür durumu veya sınırlı birkaç durumu derinlemesine inceleyebilir. Araştırmacı eğer problemi ile ilgili belirli sayıda çalışılacak derecede kaynaklara sahip değilse kritik durum örnekleme daha çok işe yarayabilir [233, s.110-111] .

Çalışma grubunun amaçlı örneklem seçilmesini nedeni fen liselerinin kuruluş amacıyla ilgilidir. Fen liselerinin kuruluş amacıyla araştırmanın amaçları örtüşmektedir. Fen liselerinin kuruluş amaçları şöyledir:

- Zeka düzeyleri ile fen ve matematik alanlarındaki yetenekleri yüksek olan öğrencileri, matematik ve fen bilimleri alanında yüksek öğrenime hazırlamayı,
- Matematik ve fen bilimleri alanlarında gereksinim duyulan üstün nitelikli bilim adamlarının yetiştirilmesine kaynaklık etmeyi,

- Öğrencileri araştırmaya yöneltmeyi, bilimsel ve teknolojik gelişmeler ile yeni buluşlara ilgi duyanların çalışacakları ortamı ve koşulları hazırlamayı,
- Yeni teknolojileri kullanabilen, yeni bilgiler üretebilen ve projeler hazırlayabilen bireyler yetiştirmeyi,
- Öğrencilerin bilimsel araştırma yapmalarına, bilimsel ve teknolojik gelişmeleri izlemelerine yardımcı olacak şekilde yabancı dilde iyi yetişmelerini sağlamayı amaçlar [234]

Araştırma, ortaöğretim 11.sınıf öğrencileriyle yapılmıştır. Araştırmanın 11.sınıf öğrencilerinin seçilmesinin sebepleri: Etkinliklerin yapılabilmesi için öğrencilerin yeterli matematik bilgisine sahip ve gerekli bilişsel seviyeye ulaşmış olması; bunun için de öğrencilerin 11. veya 12. sınıfta olmalarına ihtiyaç duyulması; 12.sınıfların ise üniversiteye giriş sınavına girmeleri nedeniyle gereken katılımı ve istekliliği gösteremeyeceklerinin görülmesi ve 11. sınıf matematik ders programındaki konuların diğer sınıflara göre daha az olmasıdır.

Araştırmanın örneklemini Balıkesir ilinde bir Fen Lisesi'nde 2008-2009 eğitim-öğretim yılında öğrenim gören 11.sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmanın ulaşılabilir evreni ise 2008-2009 eğitim-öğretim yılında öğrenim gören Bursa, Manisa, Çanakkale, İzmir illerindeki 11. sınıf fen lisesi öğrencileridir. Araştırmanın hedef evreni ise Marmara ve Ege Coğrafi Bölgesinde 2008-2009 eğitim öğretim yılında öğrenim gören 11.sınıf fen lisesi öğrencileridir.

### **3.3 Çalışma Grubu**

Balıkesir Merkez İlçedeki 8 ortaöğretim okulunda araştırma yapma izni (Ek-A) alındıktan sonra okullarda ön çalışmalar yapılmıştır. Öncelikle araştırmacı tarafından okullardaki idari yönetimle gerekli ön görüşmeler yapılmış ve okulların fiziki koşulları incelenmiştir. Sonuç olarak araştırma izni alınan 8 okuldan üçünün araştırmanın uygulamasının yapılması için uygun olduğu belirlenmiştir. Bu okullar

Okul-1 Anadolu Öğretmen Lisesi, Okul-2 Anadolu Lisesi ve Balıkesir ilindeki bir Fen Lisesi'dir. Ancak Okul-2'deki yöneticiler ders saatleri içinde uygulamaların yapılamayacağını belirtmişler ve ders sonlarında öğrencilerle çalışmaların yapılabileceğini ifade etmişlerdir. Bu sebeple bu okulda çalışmanın uygulama kısmı çıkarılmıştır. Geriye kalan iki okuldan Okul-1 pilot çalışma için, Balıkesir ilindeki bir Fen Lisesi okulunun ise gerçek uygulama çalışması için alınması uygun görülmüştür.

Araştırma, Balıkesir ilindeki bir Fen Lisesi'ndeki 11. sınıf öğrencileriyle yapılmıştır. Balıkesir ilinde bir Fen Lisesi'nde her şubede 24 öğrenci olmak üzere dört şubede toplam 96 öğrenci bulunmaktadır. Uygulamanın yapıldığı sınıf düzeyinde de dört şube bulunmaktadır. 11-A sınıfında 23 öğrenci diğer 3 şubede ise 24 öğrenci bulunmaktadır. Küme örnekleme yöntemiyle grupların belirlenmesine karar verilmiştir. Dört şubeden iki şubenin deney grubu olmasına, diğer iki şubenin ise kontrol grubu olmasına karar verilmiştir. İki grup belirlenirken öncelikle seçilecek grupların denk gruplar olmasında ve ön test sonuçları ile idare ve sınıf öğretmenlerinin görüşleri dikkate alınmıştır. Bununla beraber eğitim-öğretimi aksatmayacak şekilde 12 haftaya ulaşan uygulama süresince haftada 2-3 ders saati uygulamaya ayrılmıştır. Görüşmeler ve ön test sonuçlarına göre 11-A ve 11-B sınıflarının deney 11-C ve 11-D sınıflarının kontrol grubu sınıfları olmasına karar verilmiştir. Deney ve kontrol grubuna uygulanan ön testler sonucunda hiçbir testte anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmüştür. Araştırmaya gönüllü olarak katılan 37 kişi deney grubuna 37 kişi ise kontrol grubuna alınmıştır.

### **3.4 Kullanılan Veri Toplama Araçları**

Araştırmada hem nicel hem de nitel veri toplama araçları bir arada kullanılmıştır. Nicel veri toplama araçları:

- 1) Matematik dersine yönelik tutum ölçeği (Ek-B),
- 2) Matematik dersine yönelik inanç ölçeği (Ek-C),
- 3) Matematik kaygısını derecelendirme ölçeği (Ek-D),
- 4) Bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum ölçeği (Ek-E),

5) Problem çözümede hesap makinesinin kullanımı ölçeğidir (Ek-F).

Nitel veri toplama araçları:

- 1) Ön anket ve ısınma problemleri (Ek-G),
- 2) Son anket (Ek-H),
- 3) Video kayıtları,
- 4) Öğrenci günlükleri (Ek-I) ve
- 5) Öğrencilerin çalışma yapraklarıdır.

### **3.5 Araştırmanın Pilot Çalışma Aşaması**

Araştırmada uygulanacak etkinliklerin ve nitel veri toplama araçlarının son anket formunun pilot çalışması için Okul-1’de öğrenim gören 11. sınıf öğrencileriyle çalışılmıştır. Araştırmada son anket formu modelleme etkinlikleri pilot olarak seçilen Okul-1’de uygulanmış, gerekli düzeltmelere ve uzman görüşlerinden sonra ana çalışma için uygulanmaya hazır hale getirilmiştir. Araştırmada uygulanacak etkinliklerin hazırlanmasında model oluşturma etkinlikleriyle ilgili literatürden yararlanılmış, araştırmacının alandaki deneyimi ve uygulamalarının yansıtılmasıyla 9 farklı modelleme etkinliği hazırlanmış ve etkinlikler konu ve alan eğitimi uzmanlarına incelettirilmiştir. Uzmanların görüşleri doğrultusunda içerik bozulmadan gerekli yerlerde değişikliklere gidilmiştir. Hazırlanan 9 etkinlik Okul-1 deki 11-A,C,F şubelerine 2008 yılı aralık ayı ve 2009 yılı ocak ayını içeren 7 hafta süresince uygulanmıştır. Bu 7 haftalık uygulama öncesindeki iki saatlik derste modelleme etkinliklerinin bazılarında kullanılması gereken bilgisayar yazılımlarıyla ilgili öğrencilere bilgi verilmiştir. Bu bilgilerin kapsamı microft Excel kullanımı ve matematiksel modelleme programı olan curve expertin tanıtılması ve öğretilmesi ile şekillendirilmiştir. Modelleme etkinlikleri yapılırken öğrencilerin gruplar halinde problemleri çözüp çözemedikleri gözlenmiş, problemleri karşı tutumları belirlenmiştir. Araştırmacı tarafından yapılan tüm bu gözlemler sonucunda 9 etkinlikten 8’nin çalıştığı 1 etkinliğin ise öğrenciler tarafından yapılamadığı ve anlaşılamadığı görülmüştür. Bu sebeple gerçek uygulamada yapılmak üzere 8 etkinlik belirlenmiştir (Ek-İ) . Ayrıca araştırmacı tarafından etkinliklerin ders saati

olarak ne kadar sürede tamamlandığı ve gerekli tartışmalar için ne kadar zaman ayarlanması gerektiği de belirlenmiştir. Etkinlikler tamamlandıktan sonra son anket formunun çalışıp çalışmadığı belirlenmeye çalışılmış, uygulamanın yapıldığı sınıflardaki öğrencilerle son anket formunu doldurmuşlardır. Sonuçta son anket formundaki soruların çalıştığı görülmüştür. Uzman görüşü alınarak son anket formu uygulamaya hazır hale gelmiştir.

Ölçeklerin pilot uygulaması Okul-1 Anadolu Öğretmen Lisesi'nde, Okul-2 Anadolu Lisesi'nde, Okul-3 Anadolu Lisesi'nde, Okul-4 Anadolu Lisesi'nde, Okul-5 Anadolu Lisesi'nde, Okul-6 Genel Lisesi'nde, Okul-7 Genel Lisesi'nde yapılmıştır.

### **3.6 Nicel Veri Toplama Araçları**

Bu başlık altında araştırmada kullanılan nicel veri toplama araçlarının geliştirilmesine ve analiz süreçlerine yer verilmiştir. Uygulanan nicel veri toplama araçları araştırmanın amaçlarına uygun bir şekilde kullanıma hazır hale getirilmiştir.

#### **3.6.1 Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği**

Öğrencilerin matematik dersine yönelik tutumlarını ölçmek amacıyla Baykul (1990) tarafından geliştirilen “ Matematik Dersi Tutum Ölçeği” (Ek-A) kullanılmıştır. Ölçek 30 maddeden oluşturulmuştur. Bu tutum ölçeği yazar tarafından 1056 kişi üzerinde uygulanmış ve yapılan faktör analizi sonucunda tek faktörle açıklanan varyansı %56 dır. Maddelerin geçerlilikleri %27'lik alt ve üst gruptan hesaplanan t testi değerlerine bakılarak maddelerin hepsi 0.05 düzeyinde anlamlı ve ölçeğin alpha güvenirlik katsayısı 0,96 dır. Bulunan bu değerler ölçeğin tek boyutlu, güvenirlik ve geçerlik açısından yeterliği olduğunu göstermektedir. Matematik dersi tutum ölçeği likert tipinde bir tutum ölçeği olarak geliştirilmiştir [235].

### **3.6.1.1 Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeğinin Geçerlik ve Güvenirlik Analizi**

Baykul (1990) tarafından geliştirilen matematik dersine yönelik tutum ölçeğinin [235] geçerlik ve güvenirlik analizinin aradan geçen yirmi yıllık süre hesaba katıldığında tekrar yapılması uygun görülmüştür. Bu amaçla ölçek üç farklı ortaöğretim okulunda öğrenim gören 340 öğrenciye uygulanmıştır. Uygulamaya katılan öğrencilerin 211'i 11.sınıf öğrencisi 129'u ise 10.sınıf öğrencisidir. Ölçeğin uygulanaşına Okul-3'ten 132 öğrenci, Okul-4'ten 116 öğrenci ve Okul-6'dan da 92 öğrenci katılmıştır. Katılımcıların 186'sı kız, 154'ü ise erkek öğrencidir. Uygulanan öğrenci grubu sayısal ve eşit ağırlık bölümlerinde bulunan öğrencilerdir.

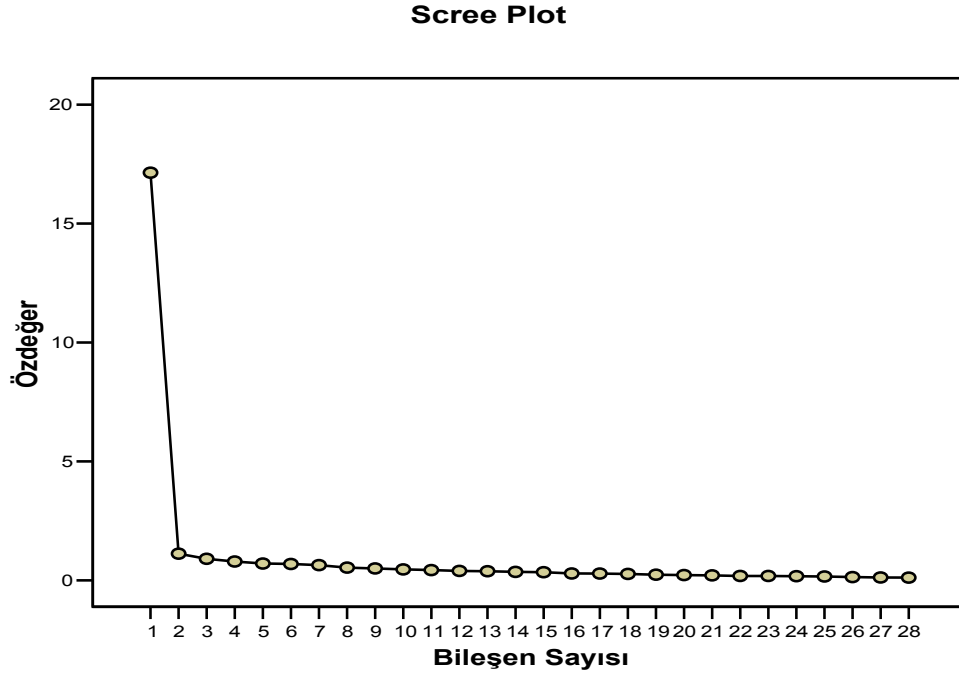
#### **3.6.1.1.1 Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeğinin Geçerlik Analizi**

**Yapı Geçerliliği:** Örneklemin geçerlik analizi için yeterli olup olmadığını belirlemek için Kaiser-Meyer-Olkin Geçerlik Katsayısı hesaplanmış ve .974 olarak bulunmuştur. Ayrıca .000 anlamlılık düzeyinde Barlett Test of Sphercity 8861,641 dir. Ölçeğin yapı geçerliğini analiz etmek için faktör analizi yapılmıştır. Faktör analizi yöntemlerinden temel bileşenler analizi kullanılmıştır. Faktör analizi yaparken madde faktör yük değerlerinin. 30'dan büyük olmasına dikkat edilmiştir. Verilere 4 kez temel bileşenler analizi uygulandığında 30 maddelik ölçekten 3. ve 24. maddelerin çıkarılması uygun görülmüştür. Diğer 28 maddeye tekrar temel bileşenler analizi yapıldığında 28 maddenin tek bir faktör altında toplandıkları belirlenmiştir. 28 maddenin açıkladığı toplam varyans % 61,21 olarak bulunmuştur. Ölçekte Faktör Analizi sonuçlarına göre maddelerin tek bir faktör altındaki faktör yükleri aşağıdaki Tablo 3.2'de verilmiştir.

**Tablo 3.2 Matematik Tutum Ölçeğinde Faktör Analizi Sonuçlarına Göre Tek Bir Faktör Altındaki Maddelerin Faktör Yükleri**

| <b>Maddeler</b> | <b>Faktör Yük Değerleri</b> |
|-----------------|-----------------------------|
| Madde 1         | .887                        |
| Madde 26        | .882                        |
| Madde 5         | .869                        |
| Madde 18        | .851                        |
| Madde 11        | .851                        |
| Madde 20        | .836                        |
| Madde 27        | .832                        |
| Madde 21        | .825                        |
| Madde 13        | .825                        |
| Madde 17        | .822                        |
| Madde 2         | .822                        |
| Madde 10        | .821                        |
| Madde 6         | .804                        |
| Madde 22        | .794                        |
| Madde 16        | .793                        |
| Madde 23        | .792                        |
| Madde 4         | .788                        |
| Madde 7         | .769                        |
| Madde 25        | .754                        |
| Madde 29        | .753                        |
| Madde 30        | .753                        |
| Madde 14        | .724                        |
| Madde 9         | .712                        |
| Madde 19        | .711                        |
| Madde 12        | .656                        |
| Madde 15        | .649                        |
| Madde 8         | .633                        |
| Madde 28        | .598                        |

Ayrıca Yamaç grafiği de ölçeğin tek faktörlü bir yapıda olduğunu destekler niteliktedir. Yamaç grafiği Şekil 3.2’de aşağıdaki gibidir.



**Şekil 3.2 Matematik Tutum Ölçeğinin Tek Faktörlü Olduğunu Gösteren Yamaç Grafiği**

### 3.6.1.1.2 Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeğinin Güvenirlik Analizi

28 maddeden oluşan ölçeğin Croanbach Alfa güvenirlilik katsayısı .976 ‘dır. Madde ayırt ediciliğini belirlemek için madde analizi yapılmıştır. 340 kişinin %27 si olan 92’şer kişiden oluşan alt ve üst gruplar yardımıyla t testi yapılmıştır. t testi, .05 düzeyinde anlamlı bulunmuştur (Ek-J)

### 3.6.2 Matematik İnanç Ölçeği

Bu bölümde, ölçek geliştirme aşamaları ve bu ölçeğe ilişkin geçerlik ve güvenirlilik analizlerine yer verilmiştir. Ölçek araştırmacının kendisi tarafından geliştirildiğinden kapsamlı bir anlatıma yer verilmiştir.



### 3.6.2.1 Madde Havuzu Oluşturma

Matematiğe y6nelik inançlarla ilgili olarak geniş kapsamlı bir literat6r taraması yapılmış,6lçeğin geliştirilmek istenen kısımlarıyla ilgili çok boyutlu bir yaklaşım izlenmeye çalışılmıştır. 6nceki b6l6mde yer verilen Yackel (1984), Schoenfeld(1985), Kloosterman ve Stage (1992), Aksu, Demir & S6mer(2002), Op't Eynde ve De Corte (2003), Suthar ve Tarmizi (2010) tarafından hazırlanan matematikle ilgili inanç 6lekleri incelenmiştir [113, 236, 237, 238, 239, 240]. Çalışmanın amaçları doğrultusunda literat6r taramasından elde edilen sonuçlarla beraber iki fakt6rde yer alabileceği d6ř6n6len 48 maddelik bir madde havuzu oluşturulmuştur. Maddelerin 36'sı literat6rden elde edilen ifadelere paralel ve benzer, kalan 12'si ise literat6r taraması sonucunda ulaşılan sonuçlar dikkate alınarak araştırmacı tarafından oluşturulan araştırmacıya ait ifadelerdir. Bu fakt6rler şu şekildedir:

(i) Matematiğin işlevselliğine Y6nelik İnançlar: Matematiğin kullanımına ilişkin maddelerin yanında daha geniş anlamda ilgili literat6rde de vurgulanan matematiğin g6nl6k hayatta, diğer derslerde kullanımına y6nelik maddeler de yazılmıştır. T6m bu maddeler matematiğin işlevselliği fakt6r6 altında toplanmıştır. 6rneğin “Matematik g6nl6k hayatı kolaylaştırır.”, “Matematik 6ęrenmemin nedeni genel anlamda daha açık d6ř6nmem içindedir.” “Matematik pratik zekayı geliştirir.” Maddelerindeki ifadelerden de anlaşılacağı 6zere matematiğin g6nl6k hayatta kullanımı, bireyin zihinsel gelişimine yardımcı bir işlev g6rmesi, g6nl6k hayattaki diğer alanları da etkilemesi gibi durumlar bu fakt6r altında ele alınmıştır.

(ii) Matematiğin Yapısı Hakkında İnançlar: Matematiğin doğasına y6nelik inançlarla beraber matematiği oluşturduğu d6ř6n6len literat6rdeki ilgili durumlar birlikte ele alınarak matematiğin yapısı fakt6r6 oluşturulmuştur. 6rneğin “Matematik problem 6zmedir.”, “ Matematik rakam demektir.” gibi ifadelerden anlaşılacağı gibi matematiğin doğasını yansıtan, matematiğin yapısını oluşturan durumları ele alan durumlar bu fakt6r altında ele alınmıştır.

### 3.6.2.2 Uzman Görüşü Alma,Ön Uygulama Formunun Geliştirilmesi

Ölçeğin kapsam ve görünüş geçerliliğini sağlamak amacıyla 48 maddelik ölçek 3 alan eğitimi uzmanına (1 Matematik Eğitimi Uzmanı Prof. Dr., 1 Matematik Eğitimi Uzmanı Doç. dr., 1 Fizik Eğitimi Uzmanı Yrd. Doç. Dr.), eğitim bilimlerinde bulunan 2 ölçme ve değerlendirme uzmanına (1 Doç. Dr., 1 Yrd. Doç. Dr.), 2 konu alanı uzmanına (1 Matematik Eğitimi Uzmanı Prof. Dr., 1 Matematik Eğitimi Uzmanı Doç. Dr.) inceletirilmiş ve uzmanların görüşleri alınmıştır. Uzmanlar, mantıksal geçerlik kapsamında maddelerin matematiğe yönelik inançları yansıtıp yansıtmadığına göre maddeleri elemeye tabi tutmuşlardır. Ayrıca hazırlanan bu ön uygulama formu Balıkesir Merkez ilçedeki farklı okullardaki 138 ortaöğretim öğrencisine uygulanmıştır. Ön uygulama formu Okul-7'deki 50 öğrenciye, Okul-6'daki 45 öğrenciye, Okul-4' deki 43 öğrenciye uygulanmıştır. Öğrencilerden açık ve anlaşılır olmayan ifadelere soru işareti koymaları istenmiştir. Ön uygulamaya katılanların 63'ü 10.sınıf, 65 ise 11.sınıf öğrencileridir. Öğrencilerin en az %20 ve işaretledikleri maddeler ölçekten çıkarılmıştır. Uzmanların görüşleri ve yapılan ön uygulama sonucunda 3 madde ölçekten çıkarılmış, 6 maddede de ifade değişiklikleri yapılmıştır. Ölçek 45 madde halinde tekrar ilgili uzmanların görüşlerine sunulmuştur. (EK-İ) Uzmanlar,ölçeğin halihazırdaki haliyle uygulanması yönünde fikir belirtmişlerdir. Ölçekteki maddelere verilecek cevaplarda 5'li likert kullanılmıştır. Ölçekteki maddelere verilecek işaretleme seçenekleri “Kesinlikle Katılıyorum”, “Katılıyorum”, “Kararsızım”, “Katılmıyorum”, “ Kesinlikle Katılmıyorum” şeklindedir.

### 3.6.2.3 Ölçeğin Uygulanması

Ölçek uygulanmaya hazır hale geldikten sonra farklı okullardaki 390 ortaöğretim öğrencisine uygulanmıştır. Ölçeği eksik veya hatalı dolduran 21 öğrencinin verdiği cevaplar çıkarılarak 369 öğrencinin verileri üzerinden analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin, 76'sı Okul-2'den, 179'u Okul-1'den, 120'si ise Okul-3'tendir. Öğrencilerden 188'i kız, 181'i ise erkek öğrencidir. Öğrencilerin 179'u 10.sınıf öğrencisi, 190'ı ise 11.sınıf öğrencisidir.

Sınıflardaki bütün uygulamalar, araştırmacı tarafından yapılmış ve doktora tez çalışması kapsamında resmi kurumlardan gerekli izinler alınmıştır. Ayrıca uygulama öncesinde öğrencilere, bu uygulamadan herhangi bir not verilmeyeceği ve elde edilen verilerin ise sadece bilimsel amaçlar için kullanılacağı açıklanmıştır.

### **3.6.2.4 Matematik İnanç Ölçeğinin Geçerlik Çalışması**

Tavşancıl(2002)'a göre bir ölçeğin yapı geçerliğinde faktör analizi kullanmak için elde edilen verilerin yeterliliğini test etmede Kaiser-Meyer-Olkin(KMO) testi kullanılmalıdır.Ayrıca faktör analizinde evrendeki dağılım normal olmalıdır. Verilerin çok değişkenli normal bir dağılımdan gelip gelmediği Barlett's testi yardımıyla test edilmektedir [241]. Matematik İnanç Ölçeği'nin yapı geçerliliğinin analizi için ölçek geliştirme sürecinde toplanan verilerden Kaiser-Meyer-Olkin geçerlik katsayısı hesaplanmış ve .852 olarak bulunmuştur. Ayrıca  $p < .01$  anlamlılık düzeyinde Barlett Test of Sphercity 3241,52 bulunmuştur. Büyüköztürk (2009)'e göre KMO katsayısının .600'den yüksek değerler için kabul edilebileceği dikkate alınarak [242], uygulanan örneklemin yeterli olduğu görölmüş; ölçeğin yapı geçerliği için faktör analizinin uygulanabileceği anlaşılmıştır.

#### **3.6.2.4.1 Yapı Geçerliği**

Yapı geçerliliğinde faktörleşmede kullanılan temel teknikler (1) Temel Eksenler, (2) Maksimum Olabilirlik, (3) Çoklu gruplandırma (4) Temel Bileşenler Analizi şeklinde [242]. Ölçeğin yapı geçerliğini belirlemek için sonuçlar faktör analizine tabi tutulmuştur. Özdamar (2004)'a göre faktör analizi,çok sayıda değerikenden oluşan veri yapılarını anlamlı ve daha az sayıdaki faktör yapılarına dönüştürmek, özgün değerikencerce açıklanamayan yeni faktör yapıları oluşturmak için kullanılan bir yöntemdir [243,s.4] . Aynı grupta toplanan maddelere maddelerin içeriğine göre bir ad verilmektedir. Faktör analizinden, ayrıca bir ölçeğin tek boyutlu olup olmadığını test etmek için de yararlanılır [244,s.68]. Bu çalışma için faktör

analizindeki başlıca adımlar: Faktörleşme tekniğinin seçilmesi, faktör sayısının tespit edilmesinde öz değeri 1 ve daha yüksek olan faktörlerin dikkate alınması, faktörlerin açıkladığı varyans oranının göz önüne alınması, madde yük değerleri ve bir maddenin birden fazla faktörde yer almaması şeklinde özetlenebilir.

Faktör analizi için çeşitli faktör çözümü ve yöntemler denenmiş, yorumlanabilir bir sonuca temel bileşenler analizi ile ulaşılmıştır. Faktör sayısı belirlenirken dikkat edilen diğer bir durum faktörlerin özdeğerleridir. Öz değeri 1 ve daha yüksek olan faktörler daha önemli faktörler olarak ele alınır. Faktörün açıkladığı varyans oranının yüksek olması ise ilgili yapıyı iyi ölçtüğünün göstergesi olarak kabul edilmektedir. Faktör analizinde yüksek iki faktör arasındaki fark en az .10 olmalıdır. Çok faktörlü bir yapıda birden fazla yüksek yük değeri veren maddeler binişik madde sayıldığından ölçekten çıkarılması gereklidir [242]. Bununla birlikte faktörlerdeki maddelerin faktör yükleri de incelenir. Kim-Yin (2004)'e göre, faktör yük değerlerinin örneklem büyüklüğüyle ilişkili olduğunu belirtmiş; faktör yükü .30 olan maddelerin ölçeye alınması için örneklem büyüklüğünün en az 350, .40 faktör yükü için 200, .50 faktör yükü için 120, .60 faktör yükü için 85, .70 faktör yükü içinse 60 kişilik bir örneklemin yeterli olacağını belirtmiştir . Bu çalışmada 369 kişilik örneklem büyüklüğü için faktör yüklerinin .30 ve üzerinde olması uygun görülmüştür [245,s.391].

Yukarıda belirlenen bu ilkeler temel alınarak veri grubuna faktör analizi uygulanmıştır. Faktör analizi, SPSS 16.0 paket programı yardımıyla yapılmıştır. İlk aşamada, ölçeğin tek boyutlu bir yapı gösterip göstermediği Temel Bileşenler Analizi ile test edilmiştir. Ölçeğin birbirinden ilişkisiz faktörlere ayrışması için dik döndürme tekniklerinden varimax tekniği uygulanmıştır. Yedi kez temel bileşenler analizi uygulanmıştır. Ölçek maddelerinin iki faktör altında toplanması düşünüldüğünden analizde faktör yükleri .30'un altında kalan 6 madde ve birden çok faktörde yer alan 11 madde ölçekten çıkarılmıştır. Kalan 28 maddenin de öz değerleri 1'den büyük iki faktör altında toplandığı görülmüştür. Ölçekte Faktör Analizi sonuçlarına göre maddelerin iki faktör altındaki faktör yük değerleri aşağıdaki Tablo 3.3'de verilmiştir.

**Tablo 3.3 Matematik İnanç Ölçeğinde Faktör analizi sonuçlarına göre iki faktör altındaki maddelerin faktör yükleri**

| Maddeler   | 1. Faktör | 2. Faktör |
|--|-----------|-----------|
| Matematik genelde hayatı anlamaya yardım eder (M41)  | .694      |           |
| Matematik günlük hayatı kolaylaştırır (M35)  | .673      |           |
| Matematik gerçek dünyayı açıklayan formal bir yoldur (M16)                                 | .649      |           |
| Matematik diğer derslerde de başarılı olmak için gereklidir (M36)                          | .648      |           |
| Matematik insan ihtiyaçlarına hizmet eder (M20)  | .636      |           |
| Matematik bilmek bütün meslekler için önemlidir (M32)                                      | .628      |           |
| İyi bir matematik bilgisi diğer konuları öğrenmek için yardımcıdır (M43)                   | .616      |           |
| Matematik önemli kararlar almada yardımcıdır (M42)   | .613      |           |
| Matematik bilmek bütün meslekler için kullanışlı işlemler, beceriler ve işler sağlar (M13) | .594      |           |
| Matematik dinamiktir ve devamlı olarak etki alanını genişletir (M15)                       | .580      |           |
| Matematik her derste kullanılır (M37)  | .545      |           |
| Matematik sosyal bir etkinliktir (M6)  | .527      |           |
| Matematik öğrenmemin nedeni genel anlamda daha açık düşünmek içindir (M26)                 | .524      |           |
| Matematikte birey yaratıcı olabilir ve kendisi birşey keşfedebilir (M25)                   | .507      |           |
| Matematik evrensel bir dildir (M34)  | .499      |           |
| Matematik zihinsel bir süreçtir (M33)  | .466      |           |
| Matematik meydan okuyucudur (M45)  | .451      |           |
| Matematik keşfedilir (M22)   | .443      |           |
| Matematik problem çözmedir (M39)   |           | .688      |
| Matematik hesaplamadır (M7)  |           | .616      |
| Matematik kuralları kullanmaktan ibarettir (M1)  |           | .611      |
| Matematik rakam demektir (M38)   |           | .604      |
| Matematik kurallar bütünüdür (M5)  |           | .566      |
| Matematik kurallar ve teoremlerin bir takımıdır (M11)                                      |           | .529      |
| Matematik doğru işlemlerden ve tam sonuçlardan oluşur (M8)                                 |           | .518      |
| Matematikte daima takip edilecek bir kural vardır (M18)                                    |           | .483      |
| Matematik pratik zekayı geliştirir (M31)   | .440      |           |
| Bir matematik problemini kurmanın her zaman iyi bir yolu vardır (M3)                       | .386      |           |

Tablo 3.3 incelendiğinde faktörün tanımladığı maddeyi ölçmesi için o faktörle ilişkisini gösteren faktör yükü, değerinin .30'un üstünde olduğu görülmektedir. Faktörlerin yük değerleri birinci faktör için .386 ile .694, ikinci faktörde ise .483 ile .688 arasında değişmektedir. Her iki faktör için de elde edilen faktör yük değerleri uygun görülmüştür. İki faktörün açıkladığı toplam varyans % 57,588'dir. Birinci faktör yirmi maddeden oluşmaktadır ve açıkladığı varyans oranı

%38,43'dir. İkinci faktör sekiz maddeden oluşmaktadır ve ikinci faktörün açıkladığı varyans oranı da 19,158'dir. Davranış bilimlerinde ölçek geliştirme çalışmalarında açıklanan varyans oranının %30 ve üzerinde olması yeterli görülmektedir [242, 246]. Bu ölçütten hareketle faktörlerin açıkladığı varyans oranı uygun kabul edilmiştir.

### 3.6.2.4.2 Madde Toplam Korelasyonları

Her bir maddeden elde edilen puanlarla testin bütününden elde edilen puanlar arasında karşılaştırma yapılmıştır. Elde edilen korelasyon katsayısı ilgili maddenin geçerlik katsayısı olmakta ve maddenin testin tümüyle olan tutarlılığını göstermektedir. Her bir madde için istatistiksel sonuçlar Tablo 3.4'de verilmiştir. Korelasyon katsayıları 0.23 ile 0.61 arasında değişmektedir.

**Tablo 3.4 Matematik inanç ölçeğinde madde ve test puanları korelasyonu\***

| Madde No | r    | Madde No | r    | Madde No | r    | Madde No | r    |
|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|
| 1        | 0.23 | 13       | 0.52 | 26       | 0.44 | 37       | 0.53 |
| 3        | 0.42 | 15       | 0.53 | 31       | 0.41 | 38       | 0.31 |
| 5        | 0.50 | 16       | 0.55 | 32       | 0.53 | 39       | 0.34 |
| 6        | 0.48 | 18       | 0.32 | 33       | 0.47 | 41       | 0.59 |
| 7        | 0.33 | 20       | 0.56 | 34       | 0.47 | 42       | 0.54 |
| 8        | 0.30 | 22       | 0.41 | 35       | 0.58 | 43       | 0.56 |
| 11       | 0.27 | 25       | 0.48 | 36       | 0.61 | 45       | 0.45 |

\* N=369, SD=368, p<.01

Genel olarak madde toplam korelasyonu .30 ve daha yüksek olan maddelerin bireyi daha iyi ayırt ettiği .20-.30 arasında kalan maddelerin ise zorunlu görülmesi halinde teste alınabileceği veya maddelerin düzeltilmesi gerekmektedir [242]. Testteki madde 1'in madde toplam korelasyonu .23, madde 11'in ise madde toplam korelasyonu .27'dir. Diğer tüm maddelerin madde toplam korelasyonları .30 ve çok daha üzerindedir. Madde 1'in ikinci faktördeki yükü .611, madde 11'in ise 2. faktördeki yükü ise .529'dur. Bu faktör yükü değerleri maddelerin 2.faktör için önemli olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, ilgili iki maddenin teste kalıp kalmamasına ilişkin uzman görüşü de alınmıştır. Gerek iki maddenin ikinci faktör

için önemi gerekse de uzman görüşlerinin maddelerin testte yer almasına ilişkin olumlu görüşleri birlikte ele alınarak maddelerin testte yer almasına karar verilmiştir.

### 3.6.2.4.3 Maddelerin Ayırt Edici Özellikleri

Ölçeğin deneme formundaki 28 maddenin ayırt edicilik güçlerini belirlemek için madde analizi yapılmıştır. Ölçekten elde edilen ham puanlar büyükten küçüğe doğru sıralanmış %27 alt ve %27 üst gruplar oluşturulmuştur. Bu iki grubun puan ortalamalarının “t” değerleri hesaplanarak maddelerin ayırt edicilik güçlerine ulaşılmıştır. Her bir maddenin istenilen düzeyde ( $p<.01$ ) ayırt edici olduğu görülmüştür. Yirmisekiz maddeden oluşan ölçeğin ayırt edicilik güçleriyle ilgili “t” testi sonuçları Tablo 3.5’de verilmiştir.

**Tablo 3.5 Matematik inanç ölçeği’nin madde ayırt edici özelliklerine ilişkin olarak yapılan “t” testi sonuçları\*\***

| Madde No | t     | Madde No                              | t     | Madde No | t     | Madde No | t     |
|----------|-------|---------------------------------------|-------|----------|-------|----------|-------|
| 1        | 40,88 | 13                                    | 39,96 | 26       | 26,53 | 37       | 50,66 |
| 3        | 29,15 | 15                                    | 28,30 | 31       | 17,67 | 38       | 41,70 |
| 5        | 41,89 | 16                                    | 33,76 | 32       | 23,21 | 39       | 39,83 |
| 6        | 43,53 | 18                                    | 41,62 | 33       | 17,67 | 41       | 40,32 |
| 7        | 30,78 | 20                                    | 26,85 | 34       | 19,52 | 42       | 41,63 |
| 8        | 43,87 | 22                                    | 25,11 | 35       | 34,85 | 43       | 25,21 |
| 11       | 24,43 | 25                                    | 21,36 | 36       | 29,61 | 45       | 28,34 |
| Genel    | 28,70 | Alt Grup Ort.:3,02 Üst Grup Ort.:4,06 |       |          |       |          |       |

\*\* N=369, SD=368,p<.01

Tablo 3.5 incelendiğinde ölçekten elde edilen ham puanlardan oluşturulan %27’lik alt ve üst grupların madde toplam puan ortamları arasındaki t testi değerlerinin en düşüğünün  $t=17,67$  en yüksekğinin ise  $t=50,66$  olduğu görülür. Alt ve üst grubun genel ortalama puanları arasındaki t testi değeri ise  $t=28,70$ ’tir. Teorik t değeri belirlenen, .01 anlamlılık düzeyine ve serbestlik derecesine ( $n1+n2-10=100+100-2=198$ ) karşılık olarak  $t=2,33$ ’tür. Elde edilen tüm t değerleri bu teorik t

değerinden daha büyüktür. Yani tüm maddeler .01 anlamlılık düzeyinde ayırt edicidir.

#### 3.6.2.4.4 Madde Toplam Puanı ve Faktörler Arasındaki Korelasyon

Ölçeğin tüm maddelerine verilen cevaplardan elde edilen toplam puanla, 20 maddeden oluşan birinci faktör ve 8 maddeden oluşan ikinci faktördeki maddelerden elde edilen toplam puanlar arasında korelasyon kat sayısı hesaplanmıştır. Bu hesaplamayla ilgili Pearson korelasyon kat sayıları Tablo 3.6’da verilmiştir.

**Tablo 3.6 Matematik inanç ölçeğinde madde toplam puanı ile faktör puanları arasındaki korelasyon\*\*\***

| Faktör | F1   | F2   | Toplam |
|--------|------|------|--------|
| F1     | 1    | .501 | .934   |
| F2     | .501 | 1    | .817   |
| Toplam | .934 | .817 | 1      |

\*\*\* N=369, SD=368,p<.01

Korelasyon kat sayısının 1.00 olması mükemmel pozitif bir ilişkiyi mutlak değer olarak 0.70 ile 1.00 arasında olması yüksek, 0.70 ile 0.30 arasında olması orta, 0.30 ile 0.00 arasında olması zayıf bir ilişkinin olduğunun göstergesidir [242]. Tablo 3.5. incelendiğinde madde toplam puanıyla birinci faktör toplam puanı arasındaki korelasyon katsayısı .934, madde toplam puanıyla ikinci faktör toplam puanı arasındaki korelasyon katsayısı ise .817 dir. Her iki korelasyon da yüksek düzeydedir. Birinci faktörle toplam puanıyla ikinci faktör toplam puanı arasında korelasyon katsayısı ise .501 dir. Bu korelasyon katsayısı ise orta düzeydedir. Hesaplanan bu korelasyon katsayıları ölçek için uygun düzeydedir.



### 3.6.2.5 Matematik İnanç Ölçeğinin Güvenirlik Çalışması

Ölçeğin 28 maddelik son formunda öğrencilerin aldığı en düşük puan 54, en yüksek puan 129'dur. Puanların aritmetik ortalaması  $\bar{x}=100.26$ , Standart Sapması  $ss=12.30$ 'dur. Matematiğe yönelik inançları belirleme ölçeğinin güvenirliliği iki yolla hesaplanmıştır. Ölçeğin iç tutarlılığını hesaplamada Croanbach Alpha katsayısı hesaplanmıştır. Test yarılama yöntemiyle Spearman-Brown iki yarı test korelasyonu ve Guttman Split-Half kat sayıları hesaplanmıştır. Güvenirlik analizi sonucunda tüm ölçeğin Croanbach Alpha güvenirlik kat sayısı 0.826 bulunmuştur. Her bir madde çıkarılarak elde edilen Croanbach Alpha güvenirlik kat sayısı en yüksek 0.831, en düşük 0.807 olarak bulunmuştur. Birinci faktörün Croanbach Alpha güvenirlik kat sayısı 0.884, ikinci faktörün ise 0.742'dir. Spearman-Brown iki yarı test korelasyonu 0.728'dir. Birinci faktörün Spearman Brown iki yarı test korelasyonu 0.876, ikinci faktörün ise 0.815'tir. Tüm ölçek için Guttman Split-Half katsayısı 0.811 olarak elde edilmiştir. Birinci faktör için Guttman Split Half kat sayısı 0.872, ikinci faktör için 0.723'tür. Ölçekle ilgili iç tutarlık değerleri aşağıda Tablo 3.7'de verilmiştir.

**Tablo 3.7 Matematik İnanç Ölçeğinin İç Tutarlılık Kat Sayıları**

| Faktör | Croanbach Alpha | Spearman-Brown | Guttman Split-Half |
|--------|-----------------|----------------|--------------------|
| F1     | 0.884           | 0.876          | 0.872              |
| F2     | 0.742           | 0.728          | 0.723              |
| Toplam | 0.826           | 0.815          | 0.811              |

Tablo 3.7 incelendiğinde tüm ölçeğin ve alt boyutlarının Croanbach Alpha güvenirlik kat sayısının 0.70'den yüksek olduğu görülmektedir. Özgüven (1994)'e göre Croanbach Alpha güvenirlik kat sayısının 0.70 ve üzerinde olması güvenirlik için yeterlidir [247]. Ayrıca tutarlık derecesi güvenirlik kat sayısı 1'e yaklaştıkça yükselir 0'a yaklaştıkça düşer [248,249,250]. Güvenirlikle ilgili tüm değerlerden belirlenen ilkelere göre ölçeğin öğrencilerin matematiğe yönelik inançlarını belirlemek için güvenle kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

### **3.6.3 Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeği**

Araştırmada öğrencilerin matematiğe yönelik kaygılarındaki değişimi gözlemek için Richardson ve Suinn (1972) tarafından hazırlanan Matematik Kaygısı Derecelendirme Ölçeği'nin kısaltılmışı kullanılmıştır [251]. Bu ölçeğin Türkçeye uyarlama çalışması, dil geçerliliği ve ön psikometrik incelemesi Baloğlu (2005) tarafından yapılmıştır. Baloğlu (2005), ölçeğin faktör analizinin yapılmasına vurgu yapmıştır [252]. Bu araştırmada 98 maddeden oluşan ölçeğin orijinal formundan elde edilen 55 madde üzerinde geçerlilik ve güvenilirlik çalışması yapılmıştır. Ölçeğin maddeleri araştırma kapsamına uygun olarak 4 alan eğitimi uzmanının (1 Matematik Eğitimi Uzmanı Prof.Dr., 1 Matematik Eğitimi Uzmanı Doç.Dr., 1 Matematik Eğitimi Uzmanı Yrd.Doç.Dr., 1 Fizik Eğitimi Uzmanı Yrd.Doç.Dr.) görüşleri doğrultusunda azaltılmıştır. Baloğlu'ndan ölçeğin kullanımına ilişkin izin belgesi (EK-K) da verilmiştir.

#### **3.6.3.1 Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeğinin Uygulanması**

Kısaltılmış formu elli beş maddeden oluşan matematik kaygısını derecelendirme ölçeğinin geçerlik ve güvenilirlik analizini yapabilmek için araştırma kapsamında yer alan üç farklı lisede ölçek 501 öğrenciye uygulanmıştır. Ölçeğin uygulanmasına F isimli Lise'den 175 öğrenci, D isimli Anadolu Lisesi'nden 143 öğrenci, C isimli Anadolu Lisesi'nden 183 öğrenci katılmıştır. Uygulamaya katılan öğrencilerin 248'i 10.sınıf öğrencisi, 253'ü ise 11.sınıf öğrencisidir. Öğrencilerin cinsiyet olarak dağılımları 261 kız öğrenci, 240 erkek öğrenci şeklindedir.

#### **3.6.3.2 Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeğinin Geçerlik Analizi**

Matematik İnanç Ölçeği'nin yapı geçerliliğinin analizi için faktör analizi yapılmıştır. Bunun içinde öncelikle örneklemin geçerlik analizi için yeterli olup olmadığını belirlemek için Kaiser-Meyer-Olkin Geçerlik Katsayısı hesaplanmış ve .949 olarak bulunmuştur. Ayrıca .000 anlamlılık düzeyinde Barlett Test of Sphericity 9223,415 dir. Faktör analizinden döndürülmüş temel bileşenler analizi kullanılmıştır.

Faktör analizi yaparken madde yük değerlerinin .30'dan büyük olmasına dikkat edilmiştir. Veri grubuna beş kez döndürülmüş temel bileşenler analizi uygulandıktan sonra sonra ölçekte 36 maddenin kaldığı ve bu 36 maddenin de beş faktör altında toplandığı görülmüştür. Beş faktörün açıkladığı toplam varyans % 55,432'dir. Birinci faktör 11 maddeden oluşmaktadır ve açıkladığı varyans oranı %15,856'dır. İkinci faktör 8 maddeden oluşmaktadır ve ikinci faktörün açıkladığı varyans oranı da %14,053'tür. Üçüncü faktör 8 maddeden oluşmaktadır ve üçüncü faktörün açıkladığı varyans oranı % 11,622'dir. Dördüncü faktör 5 maddeden oluşmaktadır ve açıkladığı varyans oranı % 7,263'tür. Beşinci faktör 4 maddeden oluşmaktadır ve açıkladığı varyans oranı % 6,639'dur. Ölçekte Faktör Analizi sonuçlarına göre maddelerin beş faktör altındaki faktör yük değerleri aşağıdaki Tablo 3.8'de verilmiştir.

**Tablo 3.8 Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeğinin Faktör Analizi Sonuçlarına Göre Beş Faktör Altındaki Maddelerinin Faktör Yükleri**

| Maddeler | 1.Faktör | 2.Faktör | 3.Faktör | 4.Faktör | 5.Faktör |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| M38      | .803     |          |          |          |          |
| M29      | .741     |          |          |          |          |
| M48      | .725     | .327     |          |          |          |
| M46      | .665     |          |          |          |          |
| M50      | .654     |          |          | .301     |          |
| M18      | .653     |          |          |          |          |
| M40      | .634     |          |          |          |          |
| M26      | .609     |          |          |          |          |
| M37      | .559     |          |          |          |          |
| M45      | .548     |          |          | .363     |          |
| M43      | .504     | .302     |          |          |          |
| M42      | .315     | .756     |          |          |          |
| M23      |          | .749     |          |          |          |
| M39      | .340     | .716     |          |          |          |
| M20      |          | .670     |          |          |          |
| M14      |          | .649     | .341     |          |          |
| M21      |          | .648     |          |          |          |
| M49      | .311     | .638     |          |          |          |
| M55      | .315     | .503     |          |          |          |
| M5       |          |          | .753     |          |          |
| M6       |          |          | .743     |          |          |
| M35      |          |          | .682     | .396     |          |
| M34      |          |          | .678     | .413     |          |
| M1       |          |          | .664     |          |          |
| M30      |          | .306     | .551     |          |          |
| M12      |          | .379     | .491     |          |          |
| M10      |          |          | .396     |          |          |
| M53      |          |          |          | .604     |          |
| M33      | .306     |          |          | .529     |          |
| M52      |          |          |          | .517     |          |
| M32      |          |          | .376     | .501     |          |
| M22      |          | .327     |          | .433     | .318     |
| M7       |          |          |          |          | .641     |
| M15      |          |          | .318     |          | .608     |
| M24      | .304     | .304     |          |          | .515     |
| M25      | .330     |          |          |          | .509     |

### **3.6.3.3 Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeğinin Güvenirliği**

Ölçeğın güvenirlık analizi Croanbach Alfa kat sayısı yardımıyla belirlenmiştir. 36 maddeden oluşan ölçeğın Croanbach Alfa güvenirlık kat sayısı .945 ‘dir.

Madde ayırt ediciliğini belirlemek için madde analizi yapılmıştır. 369 kişinin %27 si olan 135’er kişiden oluşan alt ve üst gruplar yardımıyla t testi yapılmıştır. t testi, .05 düzeyinde anlamlı bulunmuştur (Ek-L)

#### **3.6.3.3.1 Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeğinin Alt Faktörlerine Ait Güvenirlık Analizi**

Matematik kaygısını derecelendirme ölçeğinin beş faktörden oluştuğu görüldükten sonra alt faktörlerin güvenirlık analizi yapılmıştır. Faktörlere isim verilmesinde uzman görüşü alınmıştır. Üç alan eğitimi ( 1 prof.dr., 1doç.dr., 1 yrd.doç.dr.) bir de eğitim bilimleri uzmanından (1 yrd.doç.dr.) görüş alınmıştır. Bu görüşler doğrultusunda faktör isimleri belirlenmiştir. Alt faktörlere ait güvenirlık analizi o faktöre giren maddelerle birlikte aşağıdaki Tablo 3.9 da verilmiştir.

**Tablo 3.9 Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeğinin Beş Alt Faktörünü Oluşturan Maddeler ve Her Bir Faktörün Güvenirlik Kat Sayısı**

|   |
|---|
| <p><b>1. Faktöre Giren Maddeler (<math>\alpha = .902</math>)</b><br/> <b>Faktör Adı: Sınav Kaygısı</b></p> <p>Matematik dersinin sınavları yaklaştıkça (M38)<br/>           Bir matematik dersinin dönem sonu sınavına girmekten (M29)<br/>           Bir matematik sınavı için çalışmaya başlarken (M48)<br/>           Karnemde yılsonu matematik notumu gördüğümde (M46)<br/>           Matematik dersinde daha önceden haber verilmemiş quiz tipi bir sınava girdiğimde (M50)<br/>           Matematik sınavına çalışırken (M18)<br/>           İyi geçtiğini düşündüğüm bir matematik sınavının sonucunun ilan edilmesini beklerken (M40)<br/>           Ö.S.S. gibi standart bir testin matematik bölümünü cevaplandırırken (M26)<br/>           Bir sonraki derse getirilmek üzere, içerisinde birçok zor matematik problemi bulunan bir ev ödevi verildiğinde (M37)<br/>           Bir problemi çözmek için gerekli formülü bilmediğim zaman (M45)<br/>           Zor bir matematik ödevini yapmaya başlarken (M43)</p> |
| <p><b>2. Faktöre Giren Maddeler (<math>\alpha = .852</math>)</b><br/> <b>Faktör Adı: Matematik Dersi Kaygısı</b></p> <p>Matematik dersine girerken (M42)<br/>           Sınıfta matematik öğretmeninin derse başlamasını beklerken (23)<br/>           Matematik ders saati yaklaştıkça (M39)<br/>           Sınıfa doğru yürürken matematik dersini düşünmekten (M20)<br/>           Matematik dersi için sınıfa girerken (M14)<br/>           Koridorda yürürken matematik öğretmenimle karşılaştığımda (M21)<br/>           Matematik dersinde bir konuyu dinlerken (M49)<br/>           Anlamadığım bir problem için, matematik öğretmenimden bana yardım etmesini isterken (M55)</p>   |
| <p><b>3. Faktöre Giren Maddeler (<math>\alpha = .909</math>)</b><br/> <b>Faktör Adı: İşlem Kaygısı</b></p> <p>Beş basamaklı bir sayıyı iki basamaklı bir sayıya bölme işlemini,kağıt kalemle tek başıma yaparken (M5)<br/>           Kâğıt üzerinde <math>976+777</math> toplamasını yaparken (M6)<br/>           Benden kağıt üzerinde bir dizi çarpma ve bölme işlemi yapmam istendiğinde (M35)<br/>           Benden kağıt üzerinde bir dizi toplama ve çıkarma işlemi yapmam istendiğinde (M34)<br/>           Alışveriş yaparken aldığım birkaç mal için ödeme yaptıktan sonra, ne kadar para üstü almam gerektiğini hesaplarken (M1)<br/>           Biri benden toplama veya bölme gibi basit bir hesaplamada kullanılan sayıları kontrol etmemi istediğinde (M30)<br/>           Tahtada matematik problemi çözen bir öğretmeni izlerken (M12)<br/>           Geçen dönemki not ortalamamı hesaplamaktan (M10)</p>   |
| <p><b>4. Faktöre Giren Maddeler (<math>\alpha = .737</math>)</b><br/> <b>Faktör Adı: İstatistik Kullanma Kaygısı</b></p> <p>Olasılık cümlelerinin nasıl yorumlanacağını bana anlatılmasından (M53)<br/>           Bir matematik probleminin nasıl çözüleceğini bana öğretmeye çalışan arkadaşımın benim konuşulanları anlayamadığımı fark etmesinden (M33)<br/>           Matematik kitabının arkasındaki tabloları kullanmaktan (M52)<br/>           Arkadaşlarımın bir şans oyununda bahislerini oynarken, kazanma olasılığı üzerindeki konuşmalarını duyduğumda (M32)<br/>           “İstatistik” kelimesini okuduğumda (M22)</p>  |
| <p><b>5. Faktöre Giren Maddeler (<math>\alpha = .685</math>)</b><br/> <b>Faktör Adı: Problem Çözme Kaygısı</b></p> <p>Matematik dersinde bir havuz problemi çözerken (M7)<br/>           Bir otomobilin kilometrede kaç litre yakıt harcadığını hesaplarken (M15)<br/>           Kareköklü ifadeler içeren bir problemi çözerken (M24)<br/>           Geometri dersinden (M25)</p>  |

### **3.6.4 Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği**

Loyd ve Gressard( 1985) tarafından geliştirilen [253], Berberoğlu ve Çalikoğlu (1991) tarafından Türkçeye çevrilip, güvenilirliği Croanbach Alpha yöntemiyle hesaplanarak 0.90 bulunan bilgisayar tutum ölçeği kullanılmıştır [254]. Ölçek 5’li likert tipi bir ölçektir. Ölçek 40 maddeden oluşmaktadır.

#### **3.6.4.1 Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeğinin Uygulanması**

Kırk maddeden oluşan bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum ölçeğinin geçerlik ve güvenirlik analizini yapabilmek için araştırma kapsamında yer alan üç farklı lisede ölçek 368 öğrenciye uygulanmıştır. Ölçeğin uygulanmasına Okul-2’den 75 öğrenci, Okul-1’den 173 öğrenci, Okul-3’ten 120 öğrenci katılmıştır. Uygulamaya katılan öğrencilerin 177’si 10.sınıf öğrencisi, 191’i ise 11.sınıf öğrencisidir. Öğrencilerin 182’si kız öğrenci, 186’sı erkek öğrenci şeklindedir.

#### **3.6.4.2 Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeğinin Geçerliliği**

Bilgisayar Tutum Ölçeği’nin yapı geçerliliğinin analizi için faktör analizi yapılmıştır. Bunun içinde öncelikle örneklemin geçerlik analizi için yeterli olup olmadığını belirlemek için Kaiser-Meyer-Olkin Geçerlik Katsayısı hesaplanmış ve .933 olarak bulunmuştur. Ayrıca .000 anlamlılık düzeyinde Barlett Test of Sphercity 3640,26 dır.

Faktör analizinden döndürülmüş temel bileşenler analizi kullanılmıştır. Faktör analizi yaparken madde yük değerlerinin. 30’dan büyük olmasına dikkat edilmiştir. Veri grubuna yedi kez döndürülmüş temel bileşenler analizi uygulandıktan sonra ölçekte 22 maddenin kaldığı ve bu 22 maddenin de üç faktör altında toplandığı

görülmüştür. Üç faktörün açıkladığı toplam varyans % 51,449'dur. Birinci faktör 10 maddeden oluşmaktadır ve açıkladığı varyans oranı %21,323'tür. İkinci faktör 7 maddeden oluşmaktadır ve ikinci faktörün açıkladığı varyans oranı da %16,753'tür. Üçüncü faktör 5 maddeden oluşmaktadır ve üçüncü faktörün açıkladığı varyans oranı % 13,373'tür. Ölçekte Faktör Analizi sonuçlarına göre maddelerin üç faktör altındaki faktör yük değerleri aşağıdaki Tablo 3.10'da verilmiştir.

**Tablo 3.10 Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeğinin Faktör Analizi Sonuçlarına Göre Üç Faktör Altındaki Maddelerin Faktör Yükleri**

| <b>Maddeler</b> | <b>1.Faktör</b> | <b>2.Faktör</b> | <b>3.Faktör</b> |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| M24             | <b>.759</b>     |                 |                 |
| M29             | <b>.749</b>     |                 |                 |
| M26             | <b>.721</b>     |                 | .362            |
| M37             | <b>.691</b>     |                 |                 |
| M20             | <b>.614</b>     |                 |                 |
| M13             | <b>.608</b>     | .308            |                 |
| M31             | <b>.580</b>     |                 | .426            |
| M40             | <b>.573</b>     |                 |                 |
| M39             | <b>.565</b>     |                 | .320            |
| M1              | <b>.365</b>     |                 |                 |
| M4              | .304            | <b>.721</b>     |                 |
| M3              |                 | <b>.673</b>     |                 |
| M6              |                 | <b>.666</b>     |                 |
| M11             |                 | <b>.660</b>     |                 |
| M14             | .347            | <b>.590</b>     |                 |
| M12             | .328            | <b>.569</b>     |                 |
| M7              |                 | <b>.568</b>     |                 |
| M35             |                 |                 | <b>.719</b>     |
| M25             |                 |                 | <b>.622</b>     |
| M27             |                 |                 | <b>.585</b>     |
| M33             |                 |                 | <b>.575</b>     |
| M36             |                 |                 | <b>.564</b>     |

### **3.6.4.3 Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeğinin Güvenirliği**

Ölçeğin güvenirlik analizi Croanbach Alfa kat sayısı yardımıyla belirlenmiştir. 22 maddeden oluşan ölçeğin Croanbach Alfa güvenirlik kat sayısı .916'dır.

Madde ayırt ediciliğini belirlemek için madde analizi yapılmıştır. 368 kişinin %27 si olan 99'ar kişiden oluşan alt ve üst gruplar yardımıyla t testi yapılmıştır. t testi, .05 düzeyinde anlamlı bulunmuştur (Ek-M)

#### **3.6.4.3.1 Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeğinin Alt Faktörlerinin Güvenirliği**

Bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum ölçeğinin üç faktörden oluştuğu görüldükten sonra faktörlerin isimleri verilmiş ve faktörlerin güvenirlikleri hesaplanmıştır. Faktörlerin isimlerinin verilmesinde 2 bilgisayar alan eğitimi uzmanının ( 2 Yrd.Doç.Dr.), 3 alan eğitimi uzmanının ( 1 Matematik Eğitimi Uzmanı Prof.Dr, 1 Matematik Eğitimi Uzmanı Doç.Dr., 1 Matematik Eğitimi Uzmanı Yrd.Doç.Dr.) , 1 eğitim bilimleri (1 Yrd.Doç.Dr) uzmanının görüşleri alınmıştır. Görüşler doğrultusunda alt boyutlara isim verilmiştir. Alt boyutların isimlerinin değer, önem ve duygu olmasına karar verilmiştir. Alt boyutlara ait güvenirlik analizi sonuçları aşağıdaki Tablo 3.11'de sunulmuştur:



**Tablo 3.11 Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeğinin Üç Alt Faktörünü Oluşturan Maddeler ve Her Bir Faktörün Güvenirlik Kat Sayısı**

|   |
|---|
| <b>1. Faktöre Giren Maddeler (<math>\alpha = .873</math>)</b>   |
| <b>Faktör Adı: Değer</b>  |
| Hayatımda hiçbir zaman bilgisayarları istekli olarak kullanacağımı zannetmiyorum(M24)<br>Bilgisayar kullanmayı düşündüğümde başımdan aşağı kaynar sular boşaldığını hissediyorum (29)<br>Bilgisayar kullanmak sanırım benim için çok zor olur (M26)<br>Bilgisayarlar beni huzursuz eder ve aklımı karıştırır ( M37)<br>Bilgisayarlar kendimi rahatsız hissetmeme neden oluyor (M20)<br>İçimden bilgisayarları parçalamak geliyor (M13)<br>Bilgisayarlarla mümkün olduğunca az çalışma yapacağım (M31)<br>Bilgisayarlarla çalışmak yaşamım boyunca benim için önemli olmayacak (M40)<br>Başkalarıyla bilgisayar konusunda konuşmaktan hoşlanmam (M39)<br>Bilgisayarla beni korkutmuyor. (M1) |
| <b>2. Faktöre Giren Maddeler (<math>\alpha = .847</math>)</b>   |
| <b>Faktör Adı: Önem</b>   |
| Bilgisayarı yaşamımda birçok biçimde kullanacağım (M4)<br>Bilgisayarla çalışmayı isterim. (M3)<br>Bir sorunu bilgisayar kullanarak çözmeye çalışmam gerekirse genel olarak bu konuda kendimi iyi hissederdim. (M6)<br>Bilgisayarlarla çalışmanın zevkli ve teşvik edici olduğunu düşünüyorum.(M11)<br>Bilgisayarla çalışabileceğime eminim. (M14)<br>Bilgisayarlar hakkında bilgi edinmeye değer. (M12)<br>Bilgisayarlarla problemi çözmek bana çekici gelmiyor. (M7)   |
| <b>3. Faktöre Giren Maddeler (<math>\alpha = .724</math>)</b>   |
| <b>Faktör Adı: Duygu</b>  |
| Eğer bilgisayar dersinde bir problem çözülmeden bırakılırsa sonradan üzerinde düşünmeye devam ederim. (M35)<br>Bilgisayar dersinde huzurlu olurdum. (M25)<br>Bilgisayarlarla çalışmaya bir kez başlayınca bırakmak benim için çok zor olur. (M27)<br>Bilgisayar kullanmam gerektiğinde kendimi rahat hissederim. (M33)<br>Bilgisayar derslerinde başarılı olmak benim için önemlidir. (M36)   |

### **3.6.5 Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeği**

Çömlekoğlu (2001) tarafından geliştirilen ölçekte 18 madde bulunmaktadır [169]. Aşağıda ölçeğin geçerlik ve güvenilirliğine ilişkin işlemler verilmiştir.

#### **3.6.5.1 Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeğiyle İlgili Uzman Görüşü Alma**

Problem çözmede hesap makinesinin kullanımı ölçeğinin geçerlik ve güvenilirlik analizi ortaöğretim öğrencileri için yapılmıştır. Ölçeğin içerik ve görünüş geçerliliği için ölçek 3 alan eğitimi uzmanına (1 Matematik Eğitimi Uzmanı Prof.Dr., 1 Matematik Eğitimi Uzmanı Doç.Dr., 1 Matematik Eğitimi Uzmanı Yrd.Doç.Dr) , 2 ölçme ve değerlendirme uzmanına (2 Yrd.Doç.Dr) ve 2 de konu bilgisi uzmanına (1 Matematik Eğitimi Uzmanı Prof.Dr., 1 Fizik Eğitimi Uzmanı Doç. Dr.) gösterilmiştir. Uzmanların görüşleri doğrultusunda 4 madde ölçekten çıkarılmıştır. Ölçek 14 maddeyle uygulamaya hazır hale gelmiştir.

#### **3.6.5.2 Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeğinin Uygulanması**

On dört maddeden oluşan hesap makinesi ve problem çözme ölçeğinin geçerlik ve güvenilirlik analizini yapabilmek için araştırma kapsamında yer alan üç farklı lisede ölçek, 459 öğrenciye uygulanmıştır. Ölçeğin uygulanmasına Okul-3'ten 147 öğrenci, Okul-4'ten 127 öğrenci, Okul-6'dan 185 öğrenci katılmıştır. Uygulamaya katılan öğrencilerin 228'si 10.sınıf öğrencisi, 231'i ise 11.sınıf öğrencisidir. Öğrencilerin cinsiyet olarak dağılımları 231 kız öğrenci, 228 erkek öğrenci şeklindedir.

### 3.6.5.3 Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeğinin Geçerlik Analizi

Problem çözmede hesap makinesi ölçeğinin yapı geçerliliğinin analizi için faktör analizi yapılmıştır. Bunun içinde öncelikle örneklemin geçerlik analizi için yeterli olup olmadığını belirlemek için Kaiser-Meyer-Olkin Geçerlik Katsayısı hesaplanmış ve .866 olarak bulunmuştur. Ayrıca .000 anlamlılık düzeyinde Barlett Test of Sphericity 1209,241 dir.

Faktör analizinden döndürülmüş temel bileşenler analizi kullanılmıştır. Faktör analizi yaparken madde yük değerlerinin. 30'dan büyük olmasına dikkat edilmiştir. Veri grubuna dört kez döndürülmüş temel bileşenler analizi uygulandıktan sonra ölçekte on bir maddenin kaldığı ve bu on bir maddenin de iki faktör altında toplandığı görülmüştür. İki faktörün açıkladığı toplam varyans % 47,372'dir. Birinci faktör 7 maddeden oluşmaktadır ve açıkladığı varyans oranı %28,282'tür. İkinci faktör 4 maddeden oluşmaktadır ve ikinci faktörün açıkladığı varyans oranı da %18,59'dur. Ölçekte Faktör Analizi sonuçlarına göre maddelerin iki faktör altındaki faktör yük değerleri aşağıdaki Tablo 3.12'de verilmiştir.

**Tablo 3.12 Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeğinin Faktör Analizi Sonuçlarına Göre İki Faktör Altındaki Maddelerinin Faktör Yükleri**

| Maddeler | 1.Faktör | 2.Faktör |
|----------|----------|----------|
| M1       | .761     |          |
| M4       | .701     |          |
| M5       | .692     |          |
| M9       | .635     |          |
| M8       | .626     | .320     |
| M12      | .591     |          |
| M13      | .581     |          |
| M7       |          | .699     |
| M10      |          | .666     |
| M14      |          | .629     |
| M2       |          | .616     |

### 3.6.5.4 Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeğinin Güvenirlik Analizi

Ölçeğin güvenirlik analizi Croanbach Alfa kat sayısı yardımıyla belirlenmiştir. 11 maddeden oluşan ölçeğin Croanbach Alfa güvenirlik kat sayısı .808'dir.

Madde ayırt ediciliğini belirlemek için madde analizi yapılmıştır. 368 kişinin %27 si olan 124'er kişiden oluşan alt ve üst gruplar yardımıyla t testi yapılmıştır. t testi, .05 düzeyinde anlamlı bulunmuştur (Ek-N)

#### 3.6.5.4.1 Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeğinin Alt Faktörlerine Ait Güvenirlik Analizi

Hesap makinesi ve problem çözme ölçeğinin iki faktörden oluştuğu görüldükten sonra alt faktörlerin güvenirlik analizi yapılmıştır. Alt faktörlere ait güvenirlik analizi o faktöre giren maddelerle birlikte aşağıdaki Tablo 3.13'de verilmiştir.

**Tablo 3.13 Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeğini İki Alt Faktörünü Oluşturan Maddeler ve Her Bir Faktörün Güvenirlik Kat Sayısı**

|   |
|---|
| <b>1. Faktöre Giren Maddeler (<math>\alpha = .805</math>)</b><br><b>Faktör Adı: Hesap Makinesinin Gerekliği</b>   |
| Problem çözmede HeMa kullanma zevkli ve isteklendiricidir. (M1)<br>HeMa sınıfta cetvel, iletke gibi gerekli bir araçtır.(M4)<br>HeMa, matematik öğretiminde kullanılmalıdır. (M5)<br>HeMa matematikte temel olguların /kavramların kullanılmasında etkilidir. (M9)<br>HeMa problem kurma çalışmalarını destekler. (M8)<br>Hesap makinesinin nasıl kullanıldığını öğrenciler öğrenmelidir. (12)<br>HeMa problem çözmede keşfetme ve araştırma yapmayı kolaylaştırıcı özellikleri olan bir araçtır. (M13) |
| <b>2. Faktöre Giren Maddeler (<math>\alpha = .611</math>)</b><br><b>Faktör Adı: Hesap Makinesinin İşlevselliği</b>  |
| HeMa matematiksel problem çözerken tahminde bulunma becerilerini geliştirmez ( M7)<br>HeMa işlem yapmada zihinsel tembelliğe yol açar. (M10)<br>Problem çözmede HeMa kullanılırsa, öğretmen öğrencilerin yaptığı çalışmalarını kontrol edemez. (M14)<br>HeMa kullanma, problem çözme becerilerini geliştirmez. (M2)   |

Problem çözümede hesap makinesinin alt faktörleri belirlendikten sonra 3 alan eğitimi uzmanının (1 Matematik Eğitimi Uzmanı Prof.Dr., 1 Matematik Eğitimi Uzmanı Doç.Dr., 1 Matematik Eğitimi Uzmanı Yrd.Doç.Dr.) görüşleri alınarak faktörlere isim verilmiştir. Alt faktörlerin isimleri hesap makinesinin gerekliliği ve hesap makinesinin işlevselliği olmuştur.

### **3.7 Nitel Veri Toplama Araçları**

Araştırmada nicel veri araçlarından elde edilen sonuçları açıklamak, derinlemesine bilgi edinmek için nitel veri toplama araçları da kullanılmıştır. Nitel veri toplama araçları:

- 1) Açık uçlu ön anket ve ısınma problemleri,
- 2) Açık uçlu son anket,
- 3) Video kayıtları,
- 4) Öğrenci günlükleri,
- 5) Öğrencilerin çalışma yapraklarıdır.

#### **3.7.1 Açık Uçlu Ön Anket ve Isınma Problemleri**

Nitel bir veri toplama aracı olarak düşünülen ön anketin amacı öğrencilerin matematik eğitiminde teknoloji kullanımı ile ilgili görüşlerini almak, teknolojiye ne kadar güvendiklerini belirlemek, matematiksel modellemeye ilişkin bilgilerini almaktır. Öğrencilerin çözebilecekleri düzeyde 3 modelleme problemi de yer almaktadır. Ayrıca üslü ve köklü sayılarla ilgili alıştırmaya soruları da ankette yer almaktadır. Anket hazırlanırken ilgili alanyazındaki Lingefjärd (2000)'nin çalışmasından yararlanılmış, üslü, köklü sayılarla ilgili sorular ve modelleme soruları uyarlanmıştır [61]. Ankette hesap makinesi ve hesap makinesinin kullanımıyla ilgili 4 başlık altında, bilgisayar ve bilgisayar kullanımıyla ilgili 4 başlık altında, modelleme ve modellemenin kullanımıyla ilgili iki başlık altında sorulara yer verilmiştir. Uygulama yapılmadan önce anketle ilgili olarak 3 alan eğitimi uzmanının ( 1 Matematik Eğitimi Uzmanı Prof.Dr., 1 Matematik Eğitimi Uzmanı

Doç.Dr., 1 Matematik Eğitimi Uzmanı Yrd.Doç.Dr) görüşleri alınmış, gerekli değişiklikler yapıldıktan sonra anket uygulanmıştır.

### 3.7.2 Yapılandırılmış Öğrenci Günlükleri

Uygulama sürecini daha iyi aktarmak ve derinlemesine analiz edebilmek için öğrenciler için günlükler hazırlanmıştır. Bu günlüklerin amacı şu şekildedir:

- Öğrencilerin çözdükleri matematiksel modelleme problemlerinin okulda çözdükleri problemlerden farklılıklarını belirlemek,
- Öğrencilerin problemleri nasıl çözdüklerini analiz etmek,
- Etkinliklerde grup çalışmasının işlerliğini görmek,
- Etkinliklerin öğrencilerin problem çözme becerilerine katkı sağlayıp sağlamadığına ilişkin onların görüşlerini almak,
- Etkinliklerde hesap makinesi ve bilgisayar kullanımı ile ilgili düşüncelerini almak,
- Öğrencilerin etkinlikleri çözerken nerelerde zorlandıklarını belirlemektir.

Bu amaçla da her bir etkinlik için 6 soru hazırlanmıştır. Günlük formları 3 alan eğitimi uzmanınca ( 1 Matematik Eğitimi Uzmanı Prof.Dr., 1 Matematik Eğitimi Uzmanı Doç.Dr., 1 Matematik Eğitimi Uzmanı Yrd.Doç.Dr.) incelenmiş ve iki sorunun birleştirilerek tek soru olması; bir sorunun ise kapsam dışı bırakılarak soruların dörde indirgenmesi uygun görülmüştür. Bu sorular her etkinlik için aynı sorulardan oluşan günlük formu oluşturulmuştur.

### 3.7.3 Açık Uçlu Son Anket

Araştırmada öğrencilerde araştırma problemlerine göre belirlenen değişimlerin olup olmadığını belirlemek için son anket formu kullanılmıştır. Son anket formunun kullanılma amaçları şöyledir:

- Öğrencilerin model ve matematiksel modeli nasıl algıladıklarıyla ilgili düşüncelerini almak,
- Öğrencilerin başlangıçta ön ankette ifade ettikleri düşüncelerde değişimin olup olmadığını gözlemek,
- Günlüklerdeki süreci de içine alacak şekilde öğrencilerin genel bir değerlendirme yapmalarına sağlamak,
- Öğrencilerin uygulamadaki etkinliklerin matematik eğitiminde kullanılmasıyla ilgili olarak görüşlerini almak
- Testlerdeki nicel araştırma sorularına ait verileri nitel veriler yardımıyla da toplamak,
- Öğrencilerin modelleme etkinliklerinde ve matematikte hesap makinesi ve bilgisayarların kullanımıyla ilgili görüşlerini almak,
- Öğrencilerin modelleme etkinliklerinde öğretmenin ve öğrencinin rollerini nasıl algıladıklarıyla ilgili düşüncelerini almaktır.

Son anket formunun taslağı hazırlandıktan sonra form 3 alan eğitimi uzmanına ( 1 Matematik Eğitimi Uzmanı Prof.Dr., 1 Matematik Eğitimi Uzmanı Doç.Dr., 1 Matematik Eğitimi Uzmanı Yrd.Doç.Dr.) incelettirilmiştir. Gerekli değişiklikler yapıldıktan sonra pilot çalışmada uygulanmıştır. Pilot çalışmada son anket formunun çalıştığı gözlemlenmiştir. Tekrar uzmanların görüşleri alınmış ve anketin hâlihazırdaki haliyle uygulanabileceğine ilişkin görüş alındıktan sonra anket uygulamaya hazır hale gelmiştir.

### **3.7.4 Video Kayıtları**

Etkinliklerde deney gruplarındaki 11-A ve 11-B sınıflarından birer grup öğrenci etkinlikler sırasında kameraya alınmıştır. Video kayıtlarıyla ilgili uygulama aşamaları şöyledir:

- Gruplar seçilirken gönüllülük esas alınmıştır.
- Araştırmada iki kamera kullanılmıştır. Bir kamera sınıfın tümünü çekerken diğer kamera sadece belirlenen grupları çekmiştir.

- Grupları çeken kamera sabit bir uzaklığa yerleştirilmiştir. Etkinliği yapan gruptaki tüm öğrencilerin kamera tarafından alınması sağlanmıştır.
- Öğrencilerin gerçek davranışlarını yansıtmaları ve kameraya alışmaları için bir kaç ders saati deneme çekimleri yapılmıştır.
- Elde edilen veriler elektronik ortamda yazıya geçirilmiştir.
- Veriler literatüre dayandırılarak analiz edilmiştir [72].

### **3.7.5 Öğrencilerin Çalışma Yaprakları**

Araştırma kapsamında öğrencilerin çalışma yaprakları da analiz edilmiştir. Analiz işlemi Hodgson (1995)'in modelleme performansını ölçmeye yönelik hazırladığı puanlama anahtarı (Ek-O) ile yapılmıştır [86]

### **3.8 Araştırma Süreci**

Araştırmada ölçme araçlarının geliştirilmesi ve pilot çalışma ile ilgili çalışmalar Aralık 2008- Ocak 2009 tarihleri arasında uygulama için seçilen yedi ortaöğretim kurumunda yedi hafta süresince yapılmıştır. Araştırma ile ilgili etkinlikler Mart 2009- Haziran 2009 tarihleri arasında Balıkesir ilindeki bir Fen Lisesi'nde 11.sınıfta bulunan öğrencilerle 12 hafta süresince yapılmıştır. Çalışma takvimi ve uygulama biçimi Tablo 3.14' de verilmiştir. Konu ile ilgili ayrıntılı bilgiler tablonun altında verilmiştir.



**Tablo 3.14 Çalışmanın Uygulama Takvimi**

| Matematiksel Modelleme Etkinlikleri |                 |  |
|-------------------------------------|-----------------|--|
| Uygulama Tarihi                     | Uygulama Sınıfı | Uygulanan Etkinlik   |
| 02.03.2009-04.03.2009               | 11-A            | - Matematik Tutum Ölçeği<br>- Matematik İnanç Ölçeği<br>- Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeği<br>- Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği<br>- Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeği |
| 02.03.2009-06.03.2009               | 11-B            | - Matematik Tutum Ölçeği<br>- Matematik İnanç Ölçeği<br>- Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeği<br>- Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği<br>- Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeği |
| 06.03.2009                          | 11-A            | Ön Anket ve Isınma Problemleri   |
| 10.03.2009                          | 11-B            | Ön Anket ve Isınma Problemleri   |
| 31.03.2009                          | 11-B            | Nüfus Artışı ve Suç Artışı Problemi  |
| 03.04.2009                          | 11-A            | Nüfus Artışı ve Suç Artışı Problemi  |
| 06.04.2009                          | 11-A            | Okul Kantininin Oturma Şeklini Düzenleme Problemi  |
| 07.04.2009                          | 11-B            | Okul Kantininin Oturma Şeklini Düzenleme Problemi  |
| 13.04.2009                          | 11-A            | Voleybol Problemi  |
| 14.04.2009                          | 11-B            | Voleybol Problemi  |
| 16.04.2009                          | 11-A            | İsveç'in Nüfus Artışı ve Arş Problemi  |
| 21.04.2009                          | 11-B            | İsveç'in Nüfus Artışı ve Arş Problemi  |
| 27.04.2009                          | 11-A            | Motor Parçası Problemi   |
| 28.04.2009                          | 11-B            | Motor Parçası Problemi   |
| 04.05.2009                          | 11-A            | Olimpiyat Oyunları Problemi  |
| 05.05.2009                          | 11-B            | Olimpiyat Oyunları Problemi  |
| 11.05.2009                          | 11-A            | Amfideki Hava Problemi   |
| 12.05.2009                          | 11-B            | Amfideki Hava Problemi   |
| 18.05.2009                          | 11-A            | Kum Saati Problemi   |
| 22.05.2009                          | 11-B            | Kum Saati Problemi   |
| 25.05.2009-29.05.2009               | 11-A            | - Matematik Tutum Ölçeği<br>- Matematik İnanç Ölçeği<br>- Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeği<br>- Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği<br>- Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeği |
| 25.05.2009-29.05.2009               | 11-B            | - Matematik Tutum Ölçeği<br>- Matematik İnanç Ölçeği<br>- Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeği<br>- Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği<br>- Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeği |
| 01.06.2009                          | 11-A            | Son Anketin Uygulanması  |
| 02.06.2009                          | 11-B            | Son Anketin Uygulanması  |

**Ön Testlerin Uygulanması:** 11. sınıf fen lisesi öğrencilerine uygulama öncesinde 1 haftalık süre boyunca farklı zamanlarda matematik tutum ölçeği, matematik inanç ölçeği, matematik kaygısını değerlendirme ölçeği, bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum ölçeği, problem çözmede hesap makinesinin kullanımı ölçekleri ön test olarak uygulanmıştır.

**Ön Anket ve Isınma Problemlerinin Uygulanması:** Alanyazın ve araştırmacının alanyazından çıkardığı sonuçlara göre hazırlanan ön anket ve ısınma problemleri öğrencilere ön testlerden sonra uygulanmıştır. Öğrenciler ön anket ve ısınma problemlerini bireysel olarak cevaplamışlardır. Hesap makinesi gerektiren problemleri hesap makinesi olmadan çözümlenmişlerdir. Uygulanan ısınma problemlerine herhangi bir puanlama yapılmamıştır. Isınma problemlerindeki modelleme problemleri grafik çizme becerilerine dayandırılmıştır. Öğrencilerin elde edilen verilerden ön bilgilerinin yeterli düzeyde olduğu varsayılmıştır.

**Etkinliklerin Uygulanması:** Etkinlikler heterojen olarak 3-4 kişiden oluşan grup çalışmaları şeklinde yapılmıştır. Gruplardaki üyeler sürekli aynı gruplarla işlem çalışma yapmışlardır. Uygulanan etkinlikler ve etkinliklerin sürdüğü zaman dilimleri aşağıdaki Tablo 3.15’de verilmiştir:

**Tablo 3.15 Matematiksel Modelleme Etkinlikleri ve Uygulanma Süreleri**

| Etkinlik No | Etkinliğin Adı                                  | Uygulama Süresi |
|-------------|---|-----------------|
| 1           | Nüfus Artışı ve Suç Artışı Problemi             | 2x45 dakika     |
| 2           | Okul Kantininin Oturma Şekli Düzenleme Problemi | 2x45 dakika     |
| 3           | Voleybol Problemi                               | 2x45 dakika     |
| 4           | İsveç’in Nüfus Artışı ve Arş Problemi           | 2x45 dakika     |
| 5           | Motor Parçası Problemi                          | 45 dakika       |
| 6           | Olimpiyat Oyunları Problemi                     | 2x45 dakika     |
| 7           | Anfideki Hava Problemi                          | 45 dakika       |
| 8           | Kum Saati Problemi                              | 2x45 dakika     |

**Son Testlerin Uygulanması:** 11. sınıf fen lisesi öğrencilerine uygulama sonrasında 1 haftalık süre boyunca farklı zamanlarda matematik tutum ölçeği, matematik inanç ölçeği, matematik kaygısını değerlendirme ölçeği, bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum ölçeği, problem çözmede hesap makinesinin kullanımı ölçekleri son test olarak uygulanmıştır.

**Son Anket:** 11.Sınıf fen lisesi öğrencilerinin uygulama sonunda uygulama süreciyle ilgili görüşlerini almak, kendilerinde varsa gözlemledikleri değişimleri belirlemek

için pilot çalışmada geliştirilen son anket formu, etkinlikler ve son testler yapıldıktan sonra uygulanmıştır.

### 3.9 Uygulanan Matematiksel Modelleme Problemleri

Uygulanan modelleme problemleri matematiksel modellemeyle ilgili literatürden seçilmiştir. İlgili literatürden problemler belirlenerek 3 alan eğitimi ve konu uzmanının ( 1 Matematik Eğitimi Uzmanı Prof.Dr., 1 Matematik Eğitimi Uzmanı Doç.Dr., 1 Matematik Eğitimi Uzmanı Yrd.Doç.Dr.) görüşünü sunulmuştur. Uzmanlar, problemlerin öğrencilerin akademik düzeylerine uygun olup olmadığını belirlemiştir. Seçilen problemlerde disiplinlerarası bir yaklaşım sergilenmiştir. Tek bir konu veya üniteye bağlı kalınmamış, birçok konu ve üniteyi, beraberinde başka alanlardan bilgileri içeren problemler seçilmiştir. Ortak olarak 9 problem belirlenmiştir. Bu problemlerin pilot çalışmada uygulanması uygun görülmüştür. Problemlerin Türkçe'ye çevirileri 2 konu uzmanı ( 1 Matematik Eğitimi Uzmanı Doç.Dr., 1 Matematik Eğitimi Uzmanı Yrd.Doç.Dr.) tarafından yapılmıştır. Uzmanların çevirilerindeki uyuma bakılmıştır. Uzmanların çevirilerindeki uyum sağlandıktan sonra problemler pilot çalışmada uygulanmaya hazır hale gelmiştir. Pilot çalışmada dokuz etkinlikten sekizi çalışmış, sekiz etkinlik gerçek uygulama için hazır hale getirilmiştir. Etkinliklerle ilgili ayrıntılı bilgilere aşağıda yer verilmiştir:

1. Nüfus Artışı ve Suç Artışı Problemi (1.Etkinlik): Etkinlikteki ilk iki problemde farklı şehirlerin doğrusal nüfus artışlarıyla ilgili veriler verilmektedir. Öğrencilerden şehirlerin nüfuslarının eşitlenme tarihlerini bulmaları istenmektedir. Bu iki problem Lanier (1999)' un çalışmasından uyarlanmıştır [255] . Suç artışı probleminde ise istatistiksel bilgilere yer verilip bu bilgilerin kullanımıyla ilgili ifadelere yer verilmektedir. Öğrencilerden istatistiksel bilginin kullanımının doğru olup olmadığını belirlemeleri beklenmektedir. Bu problem Henning ve Keune ( 2004 )'nin çalışmalarından uyarlanmıştır [256].

2. Okul Kantininin Oturma Şekli Düzenleme Problemi (2.Etkinlik): Problemdede öğrencilerden bir okul kantininin yerleşiminin en az fiyatla en çok kişinin oturabileceği şekilde yapılması beklenmektedir. Problemdede çeşitli malzemelere ilişkin fiyat bilgileri verilmiştir. Problem Preston (1997)'nin araştırmasından uyarlanmıştır [257].
3. Voleybol Problemi (3.Etkinlik): Problemdede 18 voleybol oyuncusuna ait istatistiksel bilgilerle voleybol koçunun oyuncular hakkındaki yorumları bulunmaktadır. Öğrencilerden bu istatistiksel bilgileri ve koçun yorumlarını değerlendirerek 18 kişiden üç eşit güçte voleybol takımı oluşturmaları istenmektedir. Problem, Yoon (2006)'nın araştırmasından uyarlanmıştır [72].
4. İsveç'in Nüfus Artışı Problemi ve Arş Problemi (4.Etkinlik): İsveç'in nüfus artışı probleminde doğrusal artış göstermeyen nüfus verileri verilmiştir. Öğrencilerden bu verilere dayanarak gelecekteki nüfusu tahmin etmeleri istenmektedir. Arş problemi ise şehrin belirli bir bölgesine ikinci dereceden bir eğrinin grafiğine benzer bir kemer yapılmasına ait veriler verilmiştir. Öğrencilerden eğri denklemini bulup kemerin en yüksek yerini ve yatay uzaklığını bulmaları beklenmektedir. Problemler Lingefjärd (2000)'nin araştırmasından uyarlanmıştır [61].
5. Motor Parçası Problemi (5.Etkinlik): Problemdede öğrencilerin motor parçası üreten bir firmanın sahibi olmaları istenmektedir. Öğrencilerin belli koşullar altında motor parçaları üretmeleri gerekmektedir. Problem Burghes ve Huntley (1982)'den uyarlanmıştır [258,s.131] .
6. Olimpiyat Oyunları ve Uzun Atlama Problemi (6.Etkinlik): Problemler olimpiyatlardaki gerçek verilere dayalı istatistiksel problemlerdir. Problemlerde erkek ve bayan atletlere ait istatistiksel veriler verilmekte ve öğrencilerden erkek ve bayan atletlerle ilgili gelecekte tahminler yapmaları istenmektedir. Problemler Lingefjärd (2000)'nin araştırmasından uyarlanmıştır [61].

7. Amfideki Hava Problemi (7.Etkinlik): Problemdede bir amfide belirli ölçütlere göre kaç kişinin istenilen zaman aralığında rahatlıkla oturabileceği sorulmaktadır. Problem Mustoe (1992)'den uyarlanmıştır [258,s.131].
8. Kum Saati Problemi (8.Etkinlik) : Problemdede her iki tarafı eşit konikten oluşan bir kum saati verilmiştir. Öğrencilerden istenen bir konikten diğerine sıvının boşalması sırasında kullanılabilir bir zaman ölçer yapmaları istenmiştir. Problem Lingefjärd (2000)'den uyarlanmıştır [61].

### **3.10 Verilerin Analizi**

Bu başlık altında nitel ve nicel bulgulara nasıl ulaşıldığı, nicel ve nitel analiz yöntemlerinin hangilerinin nasıl kullanıldığı ifade edilmiştir. Veri analizi nicel ve nitel verilerin analizi başlıkları altında toplanmıştır.

#### **3.10.1 Nicel Verilerin Analizi ve Yorumlanması**

Araştırma kapsamında öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarını ölçmek için matematik tutum ölçeği, matematiğe yönelik inançlarını belirlemek için matematiğe yönelik inanç ölçeği, matematiğe yönelik kaygılarını ölçmek için matematik kaygısını derecelendirme ölçeği kullanılmıştır. Ayrıca öğrencilerin bilgisayar ve bilgisayar kullanımına karşı tutumlarını belirlemek için bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum ölçeği, problem çözümede hesap makinesinin kullanımına karşı düşüncelerini almak içinde problem çözümede hesap makinesinin kullanımı ölçeği öğrencilere uygulanmıştır.

Elde edilen niceliksel verilerin analiz işlemlerinde, aritmetik ortalama ve standart sapmalar hesaplanmıştır. Bununla birlikte grup içi karşılaştırmalarda Tek örneklem Kolmogorov-Smirnov Z testi ile dağılımın normal olup olmadığı test edilmiştir.

Dağılımın normal olduğu durumlarda bağımlı gruplar için t testi yapılarak anlamlı farklılığın olup olmadığına bakılmıştır. Dağılımın normal olmadığı durumlarda ise Wilcoxon İşaret testi uygulanması planlanmıştır.

Tüm istatistiksel işlemlerin nicel veri analizinde kullanılan SPSS 16.0 yazılımı yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

### **3.10. 2 Nitel Verilerin Çözümlemesi ve Yorumlanması Süreci**

Bu başlık altında nitel veri toplama araçlarındaki verilerin nasıl analiz edildiği, bulgulara nasıl ulaşıldığına ilişkin aşamalara yer verilmiştir. Bununla birlikte nitel bulgularla ilgili geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları da belirtilmiştir. Tüm bu çalışmalar nitel verilerin analiz süreci, geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları, uygulama öncesi elde edilen bulgular, uygulama sonrasında elde edilen bulgular başlıkları altında incelenmiştir.

Nitel verilerin, nicel veriler gibi kesin olan ve değiştirilemez yöntemlerle çözümlenmesi düşünülmemektedir. Ancak, nitel verilerin çözümlenmesi uzun bir süreci, disiplinli çalışmayı ve veriden anlamlı sonuçlar çıkarmak için yaratıcılık gerektirir. Nitel verilerin çözümlenmesinde tek bir denklem veya formül bulunmamaktadır, çok sayıda durumun bütüncül bir yapıda algılanması, birbirleriyle ilişkilendirilmesi ve yorumlanması araştırmacının yaratıcı düşünme becerilerini kullanmasını gerektirir.

Gay ve Airasian (2000)'e göre nitel verilerin çözümlenmesi aşaması verilerden elde edilecek genel konu veya temalara ulaşmak için, tekrarlanan ve döngüsel olan bir süreçtir. Araştırmacı, genel bir çerçeveye ulaşmak için aynı süreçleri defalarca tekrar edebilir. Nitel veri analizi kendi içinde genel olarak altı süreci içerir. Bu süreçler veriyi düzenleme, okuma/kısa notlar alma(kodlama), tanımlama(nitelendirme), sınıflandırma (temalara ulaşma), yorumlama ve elde edilen sonuçları raporlaştırma şeklindedir [259].

Nitel verilerin analizinde araştırmacı tarafından klasik yöntemlerle (kağıt-kalem kullanılarak) analiz işlemi yapılabileceği gibi bu analizlere olanak veren bilgisayar programları da (Nvivo 8.0., Atlas ti 6.0. vb.) kullanılabilir. Kuş (2006)'ya göre çok gelişmiş bir bilgisayar programı kullanılsa da, geçerlilik düzeyi yüksek bir araştırma yapabilmek için metnin iyice okunup ona aşinalık kazanmanın yerini alacak herhangi bir şey bulunmamaktadır [260,s.96]. Veri analizi hem klasik yöntemle hem de N-Vivo 7.0 programıyla yapılmıştır.

Nitel veri çözümlemesinde nitel veri çözümlenmesinin kendine özgü doğası göz önüne alınmıştır. Tümevarımcı bir bakış açısıyla içerik analizinin kullanılmasının uygun olduğu görülmüştür. Çözümleme süreci döngüsel bir süreç olduğundan, çoğu zaman iç içe geçmiş bir süreç gibi görünse de genel olarak süreç 5 aşamada gerçekleşmiştir. Bu süreçlerin nasıl gerçekleştirildiği aşağıda tanımlanmıştır:

### **3.10.2.1 Klasik Yöntemle Nitel Veri Analizi İçin Ön Hazırlık**

Araştırmada tüm süreç boyunca ilgili alanyazın sürekli takip edilmiştir. Nitel veri toplama araçlarında elde edilen yazılı veriler araştırmacı tarafından analiz işlemlerini gerçekleştirmek amacıyla elektronik ortamda metne dönüştürülmüştür. Yazılı verilerin elektronik ortama aktarılması sırasında araştırmacının veriden ne anladığına ilişkin yansıtıcı notlar da alınmıştır.

### **3.10.2.2 Nitel Verilerin Anlamlı Parçaları Ayrılması ve Kodlanması**

Nitel verilerin analizi için nitel veri analizi seti 4 kez kesintisiz, 6-7 kez de aralıklı olarak okunmuştur. Kodlama sürecinden önce, ilgili alanyazına dayalı olarak öncül kodlardan oluşan bir liste hazırlanmıştır. Araştırmacının veri setini okuması sırasında ortaya çıkan tümevarımcı kod, kavram ve temalar da bu listeye dâhil edilerek kodlamayla ilgili listenin çerçevesi belirlenmiştir.

Araştırmacı tarafından taslak bir kodlama yapılmış, bu kodlama sırasında benzer sınıflamaya girebilecek kodlar farklı renklerle işaretlenmiştir. Bu şekilde araştırmacının temalara ulaşması ve verileri sınıflandırması kolaylaşmıştır. Gerçek kodlama çalışması alinyazından çıkan öncül kodlarla ve veri setinden çıkan tümevarımcı kodlar üzerinde defalarca çalışılarak yapılmıştır. Kodların sayısı ve anlam derinliği sürekli değişkenliğe uğramıştır. Verilerin sınıflanmasına ve temalara ulaşılmadan bazı kodların isimleri değiştirilmiş ya da nitel alt problemlerle ilgili olmayan kodlar listeden çıkarılmıştır. Kodlama süreci herhangi bir bölümdeki anlamı ve anlamın derinliğini yansıtabilecek şekildeki kavramlar kullanılarak gerçekteştirilmiştir.

### **3.10.2.3 Temalara Ulaşma**

Kodlar arasındaki ilişkiler ve bu ilişkilerin oluşturduğu örüntüler bulunmaya çalışılmıştır. Temalar bulunduktan sonra her bir temanın genel kategorisi belirlenmiştir.

### **3.10.2.4 Veriyi Örgütleme**

Verilerin ayrıntılı olarak kodlanması ve ardından tematik kodlamanın yapılmasından sonra araştırmacının verileri kontrol edebilmesi için verilerin örgütlenmesi gerekmektedir. Belli bir kategori ve bunun alt temaları için ayrı bir MS Word dosyası oluşturulmuştur. Bu dosyalar içine o kategoriyi oluşturan temalarla temaları oluşturan kodlar diğer verilerden ayrılarak kaydedilmiştir. Bu kaydetme işleminde her bir öğrenciye numara verilmiştir.

Verilerin tekrar bu şekilde kategoriler içinde yer alarak sınıflandırılması onların tekrar tekrar okunarak aynı kategori içinde yer alıp almamalarını, temaların ve kodların değiştirilmesine, en uygun duruma getirilmelerine olanak sağlamıştır. Bu işlemler 6 defa tekrarlanmıştır. Bu işlemler sonucunda belirli kodlar ve kavramlar birleşerek temaları, temalarda birleşerek ilişkili ana kategoriyi oluşturmuştur.



### **3.10.2.5 Nitel Bulguların Yorumlanması ve Raporlaştırılması**

Raporlaştırmada, her alt problemin altında yer alacak kategoriler tanımlanmış, bu kategorilerin altında yer alan temalara ve gruplara yönelik betimlemeler yapılmış, analiz edilen veri setinden uygun olan alıntılar yardımıyla alt probleme yönelik bulgular açıklanarak yorumlanmıştır.

Araştırmacının bilgi ve tecrübeleri, bulguların örgütlenmesi sürecinde; ilişkileri açıklaması, neden-sonuç ilişkilerini kurması ve tüm bu işlemlerden sonra da bulgulardan sonuçlar çıkararak yorumlaması anlam bütünlülüğünün oluşmasına katkı sağlamıştır.

Klasik yöntemle veri analizi günde 4-5 saat çalışılarak 2-3 ayda tamamlanmıştır. Aşağıda elde edilen nitel bulguların geçerliği ve güvenilirliği ile ilgili bilgiler verilmiştir.

### **3.10.2.6 Nitel Bulguların Geçerliliği ve Güvenirliği**

Nitel verilerin analiz sonuçlarında elde edilen sonuçların nesnellüğünün sağlanmasında geçerlilik ve güvenilirlik sorunsalının çözümlenmesi gereklidir. Nesnellik sorunu soysal bilimlerle ilgili çalışmaların yöntem kısımlarında her zaman için merkezde yer almıştır. Nesnellik sorunun giderilmesine yönelik ulaşılan bulgularda ve sonuçlarda geçerlilik ve güvenilirlik adımlarının ayrıntılı olarak açıklanması gereklidir. Öncelikle araştırmacı nitel-nicel araştırma ve analiz yöntemleri ile ilgili yüksek lisans ve doktora ders aşamasında toplamda 12 kredilik ders alarak kendi yeterliklerini geliştirmiştir.

Nitel bulgulara ulaşılmasında iç geçerlilik, dış geçerlilik, iç güvenilirlik ve dış güvenilirlik gibi kavramlara yer verilmelidir [233] . İç güvenilirlik için tutarlılık açıklanması gereken önemli bir olgudur. Burada verilerin kodlanmasında iki durum ortaya çıkar. Johnson ve Christensen (2004)'a göre, iç güvenilirliği sağlamada iki

aşama vardır. Bunlardan birincisi aynı veri setini kodlayan kodlayıcılar arasındaki güvenilirliktir. İkincisi ise aynı kodlayıcının farklı zamanlarda yaptığı kodlamalar arasındaki güvenilirliktir [261]. Ham verilerin kodlanmasında araştırmacının dışında bir konu ve alan eğitimi uzmanı da süreçte yer almıştır. Her iki kodlayıcı da ayrı olarak ham verileri kodlamışlardır. Kodlayıcılar arası güvenilirlik %94 bulunmuştur. İkinci güvenilirlik için gerekli kodlamalar bundan 1 ay sonra yapılmıştır. Burada da her iki kodlayıcı için %95'in üstünde bir güvenilirliğe ulaşılmıştır.

Dış geçerliliği sağlamada verilerin teyiti önemli bir yer tutar. Araştırmacı ulaştığı sonuçları ilgili uygulamaya katılan öğrencilerin onayını almıştır.

İç geçerlilikte yanıtlanması gereken soru inandırıcılıktır. Araştırmacı uygulamaya katılan öğrencilerle 4 aydan fazla etkileşimde bulunmuş, öğrencileri, okul kültürünü ve iklimini sürekli gözlemleme fırsatı bulmuştur. Araştırmacı süreçte iyi ilişkiler kurmuş, süreç sonunda da öğrencilerle iletişim devam ettirilmiştir. Araştırmacı sadece nicel bulguları belirtmekle kalmamış, nicel verilerin sebeplerini de ortaya çıkaracak derinlikte veri toplama araçlarını kullanmaya çalışmıştır. Ayrıca araştırmacı veri çeşitliliğini sağlamak için grupların kamera kayıtlarını ve katılımcıların günlüklerini analiz süreci içine almış, nitel bulgularla örtüşen durumlara rastlanmıştır. Araştırmacı tüm bu analizlerini ve açıklamalarını öncelikle uzman incelemesine sunmuş ve gerekli dönütleri aldıktan sonra değişikliklere gitmiş ve yorumlarını geliştirebilmiştir.

Dış geçerlilikte yanıtlanması gereken soru aktarılabilirliktir. Araştırmacının burada durduğu ölçüler veri setinden çok sayıda doğrudan alıntı yaparak ve olabildiğince nesnel davranmaktır. Birçok veri setinden gelen bilgileri tutarlı olarak yansıtabilmiştir. Uygulama için seçilen okul ve öğrenciler nitel örneklem seçimi için uygun özellikleri de taşımaktadır. Yüksek akademik başarıya sahip olan öğrencilerin öğrenim gördüğü bir devlet okuludur. Çalışma grubuna uygulanan nitel veri toplama araçları göz önüne alındığında araştırmanın karmaşık desen içinde deney grubunun amaçlı örnekleme olduğu görülmüştür.

### 3.11 Bilgisayar Destekli Nitel Veri Analizi

Araştırmada bilgisayar destekli nitel veri analizi olarak yerleşik teori kullanılmıştır. Analiz edilen veriler sırasıyla açık kodlama, aksiyal kodlama ve seçmeli kodlama (Corbin ve Strauss,1990) [262,s.74] süreçlerinden geçirilmiştir. Ayrıntılı açıklamalar aşağıda verilmiştir.

Açık kodlama, yerleşik teorinin ilk aşamasıdır. Açık kodlama bazı başlangıç verileri toplandıktan sonra başlar. Verileri test etmeyi (genellikle satır satır transkriptlerini okumayı), verideki soyut öğeleri kategorize edip adlandırmayı içerir. Diğer bir deyişle verideki önemli kelimeleri ve paragrafları etiketlemeyi içerir [251,s.384].

Aksiyal kodlamada araştırmacı kategorilere yönelik kavramlar üretir. Bu kavramlar daha soyut kavramlardır. Araştırmacı daha sonra katılımcılar tarafından bu tür kavramların kaç kez vurgulandığını araştırmaya başlar. Ayrıca araştırmacı verideki kategoriler arasında ilişkileri arar. Amaç olgunun nasıl işlediğini göstermektir [261,s.384].

Seçmeli kodlama, bir kategoriye çekirdek kategori olarak seçme ve diğer tüm kategorileri bu kategori ile ilişkilendirme sürecidir. Çekirdek kategori çalışmanın ana olgusunu temsil etmektedir. Çekirdek kategori kavramlardan türemeli ancak olgunun daha kuramsal olarak ifade edildiği bir düzeyde olmalıdır [262, s.76] .

Araştırmada seçici kodlamayla bağlantılar kurularak kuram oluşturma safhasına geçilmeden önce çözümlene basamakları durdurulmuştur. Bununla birlikte çözümlene setlerinin kurulumunda yalnızca algı ve tutum ifadeleri dikkate alınmıştır. Dolayısıyla öncelikle açık kodlamayla verilerin kodlanarak serbest kod listelerinin oluşturulması ve sonrasında kategorilerin oluşturulması; verilerin kategorilere atanması; yönelimli kodlamayla kodların ve kategorilerin ilintilenmesi ve son olarak bağlantılar kurularak bulguların dönüşüm aşamaları gerçekleştirilmiştir.

Çözümlemeler sonucu bulgular doğrultusunda ortaya çıkan bazı kavramlar, aralarındaki ilişkiyi yansıtacak şekilde tablolar halinde verilmiştir. Bununla birlikte verilerin üzerindeki yükleme referansların sayısal durumlarından da yararlanılarak kritik sözcükler üzerinden yorumlamalarda bulunulmuştur. Yerleşik teori yaklaşımının işlem basamakları dikkate alınarak yapılan çözümlemeler; sürece yönelik öğrenci algılarını ve tutumlarını ortaya koyma amacıyla yapılandırılmış günlükler ve son anket dokümanlarından elde edilen veriler üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada elde edilen nitel verilerin çokluğu nedeniyle ve nitel veri çözümlemeleriyle kaliteyi tehdit edebilecek unsurların önüne geçilmesi amacıyla bilgisayar destekli bir biçimde yapılması uygun görülmüştür. Çünkü nitel araştırmaların çözümlemesi sürecinde; yanlı çözümleme ve yorumlama, olumlu vakalara aşırı vurgu veya olumsuzlukları ihmal etme, sıra dışı alana odaklanma, yersiz genellemeler yapma, kavram ya da kodların üstü kapalı bir biçimde tanımlamaları ve verilerin tutarsız biçimde uygulanması kaliteyi tehdit edebilecek unsurlardır [263]. Tüm bu unsurlar göz önüne alınarak yanlı ve kısmi çözümlemelerden kaçınılmak istenmiştir. Bunun için tüm nitel veri toplama araçlarından elde edilen veriler uygun format altında düzenlenerek elektronik forma dönüştürülmüştür.

Araştırmadaki nitel verilerin çözümlenmesinde içerik analizi NVivo 7.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Verilerin çıktıları üzerinden ilk kodlama ve temalara ulaşma işleminin ardından 6 ay sonra nitel veriler tekrar analiz edilmiştir [264]. NVivo 7.0 programıyla nitel verilere sırasıyla açık kodlama (serbest kodlama), aksiyal kodlama ve seçici kodlama süreçleri uygulanmıştır. Bu amaçla nitel veriler, sırasıyla aşağıdaki aşamalardan geçmiştir:

- Son anket ve günlükler aralıklı olarak 3-4 kez dikkatli bir biçimde okunmuş,
- İfadelerin yer aldığı kelime grupları belirlenerek serbest kod listesinin oluşturulmuş,

- Serbest kod listesindeki kodların ve kaynakların yeniden incelenerek benzer içeriğe sahip kodların yer aldığı ebeveyn (tree nodes) ile onların çocuk kategorileri (free nodes) oluşturularak atamaları gerçekleştirilmiş,
- Yönelimli kodlamayla kodlar ve kategoriler ilişkilendirilmiş,
- Gösterim tablo halinde oluşturulmuş,
- Veri setinden örneklere yer verilerek yorumlamalar yapılmıştır.

Araştırmacı bilgisayar destekli nitel veri analizi yapma becerilerini geliştirmek için 8 saatlik kursa katılmıştır (Ek-O) Bilgisayar destekli veri analizi günde 5-6 saat çalışılarak 2 ay gibi bir sürede tamamlanmıştır.

### **3. 12 Etkinliklerin Analizi**

Öğrencilerin çalışma için oluşturduğu grupların etkinlik kâğıtlarının analizi yapılırken modelleme performanslarını değerlendirmek 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 kendisidir. İkinci kodlayıcı matematik eğitiminde alan uzmanı kişidir. Birinci kodlayıcı tüm etkinlikleri kodlamış, ikinci kodlayıcı ise rastgele her bir etkinlikten 4-5 uygulama örneğinin seçildiği 35 etkinliği kodlamıştır. Otuz beş etkinlik tüm uygulama örneklerinin yaklaşık üçte birini oluşturmaktadır. Kodlayıcılar arası karşılaştırma her iki kodlayıcının 35 etkinliği kodlaması üzerinden olmuştur.

Kodlayıcılar arasında karşılaştırma yapılmadan önce her iki kodlayıcı öğrencilerin oluşturdukları çalışma kâğıtlarını Ek-P daki puanlama anahtarına göre puanlamıştır. Kodlayıcılar puanlamalarını matematiksel modelleme sürecinin her bir aşamasına puanlama anahtarında belirtilen düzeylere göre ayrı puan vererek tamamlamışlardır. Sekiz etkinlik ve sekiz etkinlikteki aşamalar için kodlayıcılar arası karşılaştırma sonuçları Tablo 3.16.'da verilmiştir.

**Tablo 3.16 Kodlayıcılar arasındaki puanlama korelasyonları**

| Etkinlikler | Tbasitleştirme | Tmatematikleştirme | Ttransformasyon | Tyorumlama | Tgeçerlilik |
|-------------|----------------|--------------------|-----------------|------------|-------------|
| 1.Etkinlik  | 1              | 1                  | 1               | 0.853      | 0.853       |
| 2. Etkinlik | 1              | 1                  | 1               | 0.905      | 0.962       |
| 3. Etkinlik | 1              | 1                  | 1               | 1          | 1           |
| 4. Etkinlik | 1              | 0.912              | 0.0802          | 1          | 1           |
| 5. Etkinlik | 0.853          | 1                  | 1               | 0.816      | 1           |
| 6. Etkinlik | 1              | 1                  | 0.786           | 1          | 0.875       |
| 7. Etkinlik | 1              | 1                  | 1               | 0.962      | 0.905       |
| 8. Etkinlik | 1              | 0.870              | 0.913           | 0.944      | 1           |

Yukarıdaki Tablo 3.16 incelendiğinde, tüm aşamalar için elde edilen puanlamalar kullanılarak yapılan analizlerde kodlayıcıların puanlamaları arasında anlamlı bir ilişki vardır. Kodlayıcılar arasında doğru yönlü (pozitif) kuvvetli bir ilişki (korelasyon) vardır.

Etkinlik kâğıtlarının analizi Ek-P deki puanlama anahtarı kullanılarak yapılmış ve her bir grubun etkinlikten aldığı puan belirlenmiştir. Ek-P daki puanlama anahtarına göre alınabilecek en düşük puan 5 en yüksek puan ise 20'dir. Etkinlik kâğıtlarından 6-10 puan arası alanlar zayıf düzeyde modelleme, 11-15 puan arası alanlar orta düzeyde modelleme, 16-20 puan arası alanlar iyi düzeyde modelleme olarak nitelendirilmiştir. İki farklı kodlayıcının etkinlik kâğıtlarına verdikleri puanlar EK-R'de verilmiştir.

## 4. BULGULAR

### 4.1. BULGULAR VE YORUMLAR-I YORDAMALI İSTATİSTİK

Bu bölümde araştırmada elde edilen 5 araştırma sorusunu (S1,S2,S3,S4,S5) incelemek için uygulanan matematik tutum ölçeği, matematiğe yönelik inanç ölçeği, matematik kaygısını derecelendirme ölçeği, bilgisayar karşı tutum ölçeği, problem çözümede hesap makinesinin kullanımı ölçeklerinden elde edilen yordamalı istatistikle ilgili bulgulara ve bu araştırma sorularına ait bulgulara yer verilmektedir. Araştırma soruları şunlardır:

**S1:** Model oluşturma etkinlikleri ortaöğretim 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematiğe yönelik tutumları üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmaktadır mıdır?

**S2:** Model oluşturma etkinlikleri ortaöğretim 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematiğe karşı olan inançları üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmaktadır mıdır?

**S3:** Model oluşturma etkinlikleri ortaöğretim 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematiğe karşı olan kaygıları üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmaktadır mıdır?

**S4:** Model oluşturma etkinlikleri ortaöğretim 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutumları üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmaktadır mıdır?

**S5:** Model oluşturma etkinlikleri ortaöğretim 11. sınıf fen lisesi öğrencilerinin problem çözümede hesap makinesinin kullanımına yönelik düşünceleri üzerinde anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

Yukarıdaki araştırma soruları göz önünde bulundurularak her biri ile ilgili olarak S<sub>11</sub>,S<sub>12</sub>,S<sub>13</sub>,S<sub>14</sub>,...,S<sub>51</sub>,S<sub>52</sub>,S<sub>53</sub>,S<sub>54</sub> ele alınmıştır.

#### 4.1.1 Araştırmanın Nicel Problemlerine Ait Ön Test Sonuçlarına Göre Grupların Denkliğine İlişkin Karşılaştırma

Bu başlık altında deney ve kontrol gruplarının ön testlere göre denkliğini gösteren ilişkisiz t testi sonuçlarına yer verilecektir. Uygulanan beş farklı ölçekten öncelikle matematik tutum ölçeğine ilişkin deney ve kontrol gruplarına ait ön test sonuçlarıyla ilgili karşılaştırma aşağıdaki Tablo 4.1’de verilmiştir.

**Tablo 4.1 Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Matematik Tutum Ölçeğinin Ön Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklem İçin t Testi İle Karşılaştırılması**

| Gruplar | N  | $\bar{X}$ | SS   | Levene Testi |      | Sd | t     | p    |
|---------|----|-----------|------|--------------|------|----|-------|------|
|         |    |           |      | F            | Sig  |    |       |      |
| Deney   | 37 | 4.01      | .673 | 6,926        | .010 | 72 | -4.89 | .626 |
| Kontrol | 37 | 4.08      | .439 |              |      |    |       |      |

Yukarıdaki Tablo 4.1 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarının matematik tutum ölçeğinden aldıkları ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (  $p = .626 > .05$  ) Yani matematik tutum ölçeğinin ön test sonuçlarına göre gruplar benzer karakter göstermektedirler. Ancak Levene testine göre varyanslar homojen dağılmadığı için Mann Whitney U testi yapılmıştır. Yapılan Mann Whitney U testi analizi sonucunda da gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bulgular Tablo 4.2.’de sunulmuştur.

**Tablo 4.2. Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Matematik Tutum Ölçeğinin Ön Test Sonuçlarının Mann Whitney -U Testi İle Karşılaştırılması**

| Gruplar | N  | $\bar{X}$ | Sıralar Ort | U       | p    |
|---------|----|-----------|-------------|---------|------|
| Deney   | 37 | 4.01      | 35,61       | 616.000 | .718 |
| Kontrol | 37 | 4.08      | 37,39       |         |      |



Yukarıda Mann Whitney U testine ait analiz tablosu incelendiğinde matematik tutum ölçeğinin ön test sonuçlarına ilişkin grupların ön testlerden aldıkları puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık yoktur ( $p = .718 > .05$ ). Matematik tutum ölçeğinin ön test sonuçlarına göre gruplar benzer özellik göstermektedirler.

Matematik inanç ölçeğine ilişkin deney ve kontrol gruplarına ait ön test sonuçlarına ait karşılaştırma aşağıdaki Tablo 4.3.'de verilmiştir.

**Tablo 4.3 Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Matematik İnanç Ölçeğinin Ön Test Sonuçlarının İlişkiziz Örneklem İçin t Testi İle Karşılaştırılması**

| Gruplar | N  | $\bar{X}$ | SS   | Levene Testi |      | Sd | t    | p   |
|---------|----|-----------|------|--------------|------|----|------|-----|
|         |    |           |      | F            | Sig  |    |      |     |
| Deney   | 37 | 3.79      | .415 | .22          | .640 | 72 | .113 | .91 |
| Kontrol | 37 | 3.78      | .388 |              |      |    |      |     |

Yukarıdaki Tablo 4.3 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarının matematik inanç ölçeğinden aldıkları ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ( $p = .910 > .05$ ) Yani matematik inanç ölçeğinin ön test sonuçlarına göre gruplar benzer karakter göstermektedirler.

Matematik inanç ölçeğinin alt boyutları olan matematiğin işlevi ve matematiğin yapısı alt boyutlarından grupların elde ettiği ön test puanları arasında karşılaştırma aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 4.4 Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Matematik İnanç Ölçeğinin Alt Boyutlarının Ön Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklemeler İçin t Testi İle Karşılaştırılması**

| Değişken | Gruplar | N  | $\bar{X}$ | SS   | Levene Testi |      | Sd | t     | p    |
|----------|---------|----|-----------|------|--------------|------|----|-------|------|
|          |         |    |           |      | F            | Sig  |    |       |      |
| İşlev    | Deney   | 37 | 4.00      | .540 | .003         | .960 | 72 | -.905 | .369 |
|          | Kontrol | 37 | 4.11      | .502 |              |      |    |       |      |
| Yapı     | Deney   | 37 | 3.31      | .716 | .070         | .792 | 72 | 1.580 | .119 |
|          | Kontrol | 37 | 3.05      | .662 |              |      |    |       |      |

Tablo 4.4 incelendiğinde matematik inanç ölçeğinin alt boyutu olan matematiğin işlevselliğine göre ön testlerden grupların aldığı puanların ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (  $p=.369>.05$ ). Matematik inanç ölçeğinin diğer alt boyutu olan matematiğin yapısı alt boyutunda grupların aldığı ön test puanlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık yoktur (  $p = .119>.05$  ). Yani her iki alt boyuta göre gruplar benzer özellikler taşımaktadırlar.

Matematik kaygısını derecelendirme ölçeğine ilişkin deney ve kontrol gruplarına ait ön test sonuçlarına ait karşılaştırma aşağıdaki Tablo 4.5’de verilmiştir.

**Tablo 4.5 Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeğinin Ön Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklemeler İçin t Testi İle Karşılaştırılması**

| Gruplar | N  | $\bar{X}$ | SS   | Levene Testi |      | Sd | t      | p   |
|---------|----|-----------|------|--------------|------|----|--------|-----|
|         |    |           |      | F            | Sig  |    |        |     |
| Deney   | 37 | 1.59      | .600 | .398         | .530 | 72 | -1.113 | .27 |
| Kontrol | 37 | 1.74      | .522 |              |      |    |        |     |

Yukarıdaki Tablo 4.5 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarının matematik kaygısını derecelendirme ölçeğinden aldıkları ön test puanları arasında anlamlı bir

farklılık bulunmamaktadır (  $p = .27 > .05$  ) Yani matematik kaygısını derecelendirme ölçeğinin ön test sonuçlarına göre gruplar benzer karakter göstermektedirler.

Matematik kaygısını derecelendirme ölçeğinin alt boyutları olan sınav kaygısı, matematik dersi kaygısı, işlem kaygısı, istatistik kullanma kaygısı, problem çözme kaygısı alt boyutlarından grupların elde ettiği ön test puanları arasında karşılaştırma aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 4.6 Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeğinin Alt Boyutlarına Ait Ön Test Sonuçlarının İlişkisel Örneklemeler İçin t Testi İle Karşılaştırılması**

| Değişken             | Gruplar | N  | $\bar{X}$ | SS    | Levene Testi |      | Sd | t      | p    |
|----------------------|---------|----|-----------|-------|--------------|------|----|--------|------|
|                      |         |    |           |       | F            | Sig  |    |        |      |
| Sınav Kaygısı        | Deney   | 37 | 2.14      | 1.076 | 1.075        | .304 | 72 | -.794  | .430 |
|                      | Kontrol | 37 | 2.33      | .944  |              |      |    |        |      |
| Ders Kaygısı         | Deney   | 37 | 1.33      | .538  | .080         | .778 | 72 | -.178  | .859 |
|                      | Kontrol | 37 | 1.36      | .467  |              |      |    |        |      |
| İşlem Kaygısı        | Deney   | 37 | 1.33      | .509  | .963         | .330 | 72 | -.165  | .869 |
|                      | Kontrol | 37 | 1.35      | .387  |              |      |    |        |      |
| İstatistik Kul.Kayg. | Deney   | 37 | 1.45      | .590  | .191         | .664 | 72 | -.682  | .497 |
|                      | Kontrol | 37 | 1.54      | .600  |              |      |    |        |      |
| Problem Çöz.Kayg.    | Deney   | 37 | 1.42      | .530  | 1.582        | .213 | 72 | -1.334 | .187 |
|                      | Kontrol | 37 | 1.62      | .670  |              |      |    |        |      |

Tablo 4.6. incelendiğinde matematik kaygısını derecelendirme ölçeğinin alt boyutu olan sınav kaygısına göre ön testlerden grupların aldığı puanların ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (  $p = .430 > .05$  ). Matematik kaygısını derecelendirme ölçeğinin alt boyutu olan matematiğin dersi kaygısından grupların aldığı ön test puanlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık yoktur (  $p = .859 > .05$  ) . Matematik kaygısını derecelendirme ölçeğinin alt boyutu olan işlem kaygısına göre ön testlerden grupların aldığı puanların ortalamaları arasında anlamlı

bir farklılık bulunmamaktadır (  $p=.869>.05$ ). Matematik kaygısını derecelendirme ölçeğinin alt boyutu olan istatistik kullanma kaygısından grupların aldığı ön test puanlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık yoktur (  $p = .497>.05$  ) . Matematik kaygısını derecelendirme ölçeğinin alt boyutu olan problem çözme kaygısına göre ön testlerden grupların aldığı puanların ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (  $p=.187>.05$ ). Elde edilen sonuçlara göre matematik kaygısını derecelendirme ölçeğinin tüm alt boyutlarına göre benzer özellikler taşımaktadırlar.

Bilgisayar ve bilgisayar kullanıma yönelik tutum ölçeğine ilişkin deney ve kontrol gruplarına ait ön test sonuçlarına ait karşılaştırma aşağıdaki Tablo 4.7.'de verilmiştir.

**Tablo 4.7 Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeğinin Ön Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklemeler İçin t Testi İle Karşılaştırılması**

| Gruplar | N  | $\bar{X}$ | SS   | Levene Testi |       | Sd | t     | p    |
|---------|----|-----------|------|--------------|-------|----|-------|------|
|         |    |           |      | F            | Sig   |    |       |      |
| Deney   | 37 | 4.31      | .438 | 1.149        | -.287 | 72 | 1.547 | .126 |
| Kontrol | 37 | 4.12      | .588 |              |       |    |       |      |

Yukarıdaki Tablo 4.7 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarının bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum ölçeğinden aldıkları ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (  $p= .126>.05$ ) Yani bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum ölçeğinin ön test sonuçlarına göre gruplar benzer karakter göstermektedirler.

Bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum ölçeğinin alt boyutları olan değer, önem ve duygu boyutlarından grupların elde ettiği ön test puanları arasında karşılaştırma aşağıdaki Tablo 4.8.'de verilmiştir.

**Tablo 4.8. Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeğinin Alt Boyutlarına Ait Ön Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklemeler İçin t Testi İle Karşılaştırılması**

| Değişken | Gruplar | N  | $\bar{X}$ | SS   | Levene Testi |      | Sd | t     | p    |
|----------|---------|----|-----------|------|--------------|------|----|-------|------|
|          |         |    |           |      | F            | Sig  |    |       |      |
| Değer    | Deney   | 37 | 4.48      | .448 | .498         | .483 | 72 | 1.036 | .304 |
|          | Kontrol | 37 | 4.37      | .535 |              |      |    |       |      |
| Önem     | Deney   | 37 | 4.22      | .461 | 4.936        | .029 | 72 | 1.395 | .167 |
|          | Kontrol | 37 | 4.01      | .743 |              |      |    |       |      |
| Duygu    | Deney   | 37 | 4.09      | .692 | .189         | .665 | 72 | 1.712 | .091 |
|          | Kontrol | 37 | 3.78      | .823 |              |      |    |       |      |

Tablo 4.8. incelendiğinde bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum ölçeğinin alt boyutu olan değere göre ön testlerden grupların aldığı puanların ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ( $p=.304>.05$ ). Bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum ölçeğinin alt boyutu olan öneme göre grupların aldığı ön test puanlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık yoktur ( $p = .167>.05$ ) . Bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum ölçeğinin alt boyutu olan duyguya göre ön testlerden grupların aldığı puanların ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ( $p =.091>.05$ ). Ancak bilgisayar ve bilgisayara yönelik tutum ölçeğinin önem boyutunun Levene testi göre varyansları homojen olmadığından Mann Whitney-U testi yapılmıştır. Yapılan Mann Whitney-U testi analizi sonucunda da gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bulgular Tablo 4.9. da sunulmuştur.

**Tablo 4.9 Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Bilgisayar ve Bilgisayara Kullanımına Yönelik Tutumlar Ölçeğinin Alt Boyutu Önemin Ön Test Sonuçlarının Mann Whitney -U Testi İle Karşılaştırılması**

| Gruplar | N  | $\bar{X}$ | Sıralar Ort | U       | p    |
|---------|----|-----------|-------------|---------|------|
| Deney   | 37 | 4.22      | 39.88       | 596.500 | .340 |
| Kontrol | 37 | 4.01      | 35.12       |         |      |

Tablo 4.9 incelendiğinde gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ( $p=.340>.05$ ). Yani Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeğinin Alt Boyutu Öneme göre gruplar benzer özellikler taşımaktadırlar.

Problem çözmede hesap makinesinin kullanımı ölçeğine ilişkin deney ve kontrol gruplarına ait ön test sonuçlarına ait karşılaştırma aşağıdaki Tablo 4.10'da verilmiştir.

**Tablo 4.10 Deney ve Kontrol Gruplarının Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeğinin Ön Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklem İçin t Testi İle Karşılaştırılması**

| Gruplar | N  | $\bar{X}$ | SS   | Levene Testi |      | Sd | t    | p    |
|---------|----|-----------|------|--------------|------|----|------|------|
|         |    |           |      | F            | Sig  |    |      |      |
| Deney   | 37 | 2.55      | .889 | 3.632        | .061 | 72 | .956 | .342 |
| Kontrol | 37 | 2.37      | .637 |              |      |    |      |      |

Yukarıdaki Tablo 4.10 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarının hesap makinesi ve problem çözme ölçeğinden aldıkları ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ( $p= .342>.05$ ) Yani hesap makinesi ve problem çözme ölçeğinin ön test sonuçlarına göre gruplar benzer karakter göstermektedirler. Yalnız çok küçük bir fark da olsa deney grubundaki öğrenciler kontrol grubundaki öğrencilere göre hesap makinesinin problem çözmede kullanımına yönelik daha fazla olumlu görüşe sahiptirler.

#### 4.1.2 Araştırmanın Nicel Problemlerine Ait Son Test Sonuçlarına Ait Bulgular

Bu başlık altında grupların son testlere ilişkin ilişkisiz t testi sonuçlarına yer verilecektir. Uygulanan beş farklı ölçekten öncelikle matematik tutum ölçeğine ilişkin deney ve kontrol gruplarına ait son test sonuçlarına ait karşılaştırma aşağıdaki tablolarda verilmiştir. Grupların ölçeklerden aldıkları puanları arasındaki karşılaştırmalar bağımsız örneklem için t testi yardımıyla yapılmıştır. .05 anlamlılık düzeyinde grupların ölçeklerden aldıkları puanlar arasında anlamlılığın olup olmadığı test edilmiştir.

Uygulama sonunda öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarında değişme olup olmadığını belirlemek için deney ve kontrol gruplarına matematik tutum ölçeği uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki Tablo 4.11’de verilmiştir.

**Tablo 4.11. Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Matematik Tutum Ölçeğinin Son Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklem İçin t Testi İle Karşılaştırılması**

| Gruplar | N  | $\bar{X}$ | SS   | Levene Testi |      | Sd | t    | p    |
|---------|----|-----------|------|--------------|------|----|------|------|
|         |    |           |      | F            | Sig  |    |      |      |
| Deney   | 37 | 4.00      | .637 | .162         | .689 | 72 | .461 | .622 |
| Kontrol | 37 | 3.93      | .658 |              |      |    |      |      |

Yukarıdaki Tablo 4.11 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarının matematik tutum ölçeğinden aldıkları son test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (  $p = .622 > .05$ ) Yani matematik tutum ölçeğinin son test sonuçlarına göre uygulama sonunda gruplar arasında anlamlı bir farklılık oluşmamıştır.

Uygulama sonunda öğrencilerin matematiğe yönelik inançlarında değişme olup olmadığını belirlemek için deney ve kontrol gruplarına matematik inanç ölçeği uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki Tablo 4.12’de verilmiştir.

**Tablo 4.12 Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Matematik İnanç Ölçeğinin Son Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklemeler İçin t Testi İle Karşılaştırılması**

| Gruplar | N  | $\bar{X}$ | SS   | Levene Testi |      | Sd | t    | p    |
|---------|----|-----------|------|--------------|------|----|------|------|
|         |    |           |      | F            | Sig  |    |      |      |
| Deney   | 37 | 3.78      | .363 | 1.518        | .222 | 72 | .355 | .724 |
| Kontrol | 37 | 3.74      | .427 |              |      |    |      |      |

Yukarıdaki Tablo 4.12 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarının matematik inanç ölçeğinden aldıkları son test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ( $p = .724 > .05$ ). Yani matematik inanç ölçeğinin son test sonuçlarına göre uygulama sonunda gruplar arasında anlamlı bir farklılık oluşmamıştır.

Matematik inanç ölçeğinin alt boyutları olan matematiğin işlevi ve matematiğin yapısı alt boyutlarından grupların elde ettiği son test puanları arasında karşılaştırma aşağıdaki Tablo 4.13’de verilmiştir.

**Tablo 4.13. Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Matematik İnanç Ölçeğinin Alt Boyutlarının Son Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklemeler İçin t Testi İle Karşılaştırılması**

| Değişken | Gruplar | N  | $\bar{X}$ | SS   | Levene Testi |      | Sd | t    | p    |
|----------|---------|----|-----------|------|--------------|------|----|------|------|
|          |         |    |           |      | F            | Sig  |    |      |      |
| İşlev    | Deney   | 37 | 4.07      | .501 | .020         | .887 | 72 | .073 | .942 |
|          | Kontrol | 37 | 4.06      | .484 |              |      |    |      |      |
| Yapı     | Deney   | 37 | 3.05      | .758 | .555         | .717 | 72 | .555 | .581 |
|          | Kontrol | 37 | 2.95      | .694 |              |      |    |      |      |



Tablo 4.13 incelendiğinde matematik inanç ölçeğinin alt boyutu olan matematiğin işlevselliğine göre son testlerden grupların aldığı puanların ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (  $p=.942>.05$ ). Matematik inanç ölçeğinin diğer alt boyutu olan matematiğin yapısı alt boyutunda grupların aldığı son test puanlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık yoktur (  $p = .581>.05$  ) . Yani matematik inanç ölçeğinin son test sonuçlarına göre uygulama sonunda gruplar arasında anlamlı bir farklılık oluşmamıştır.

Uygulama sonunda öğrencilerin matematiğe yönelik kaygılarında değişme olup olmadığını belirlemek için deney ve kontrol gruplarına matematik kaygısını derecelendirme ölçeği uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki Tablo 4.14'de verilmiştir.

**Tablo 4.14 Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeğinin Son Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklem İçin t Testi İle Karşılaştırılması**

| Gruplar | N  | $\bar{X}$ | SS   | Levene Testi |      | Sd | t     | p    |
|---------|----|-----------|------|--------------|------|----|-------|------|
|         |    |           |      | F            | Sig  |    |       |      |
| Deney   | 37 | 1.55      | .508 | .398         | .080 | 72 | -.504 | .616 |
| Kontrol | 37 | 1.61      | .518 |              |      |    |       |      |

Yukarıdaki Tablo 4.14 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarının matematik kaygısını derecelendirme ölçeğinden aldıkları son test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (  $p= .616>.05$ ) Yani matematik kaygısını derecelendirme ölçeğinin son test sonuçlarına göre uygulama sonunda gruplar arasında anlamlı bir farklılık oluşmamıştır.

Matematik kaygısını derecelendirme ölçeğinin alt boyutları olan sınav kaygısı, matematik dersi kaygısı, işlem kaygısı, istatistik kullanma kaygısı, problem

çözme kaygısı alt boyutlarından grupların elde ettiği son test puanları arasında karşılaştırma aşağıdaki Tablo 4.15’de verilmiştir.

**Tablo 4.15. Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeğinin Alt Boyutlarına Ait Son Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklemeler İçin t Testi İle Karşılaştırılması**

| Değişken             | Gruplar | N  | $\bar{X}$ | SS   | Levene Testi |      | Sd | t      | p    |
|----------------------|---------|----|-----------|------|--------------|------|----|--------|------|
|                      |         |    |           |      | F            | Sig  |    |        |      |
| Sınav Kaygısı        | Deney   | 37 | 1.92      | .868 | .070         | .793 | 72 | -.423  | .674 |
|                      | Kontrol | 37 | 2.01      | .929 |              |      |    |        |      |
| Ders Kaygısı         | Deney   | 37 | 1.33      | .582 | .146         | .703 | 72 | -.026  | .980 |
|                      | Kontrol | 37 | 1.34      | .588 |              |      |    |        |      |
| İşlem Kaygısı        | Deney   | 37 | 1.31      | .500 | .687         | .410 | 72 | -1.124 | .265 |
|                      | Kontrol | 37 | 1.43      | .398 |              |      |    |        |      |
| İstatistik Kul.Kayg. | Deney   | 37 | 1.49      | .576 | .262         | .610 | 72 | .541   | .590 |
|                      | Kontrol | 37 | 1.42      | .571 |              |      |    |        |      |
| Problem Çöz.Kayg.    | Deney   | 37 | 1.47      | .574 | .112         | .739 | 72 | -1.017 | .313 |
|                      | Kontrol | 37 | 1.62      | .656 |              |      |    |        |      |

Tablo 4.15 incelendiğinde matematik kaygısını derecelendirme ölçeğinin alt boyutu olan sınav kaygısına göre son testlerden grupların aldığı puanların ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (  $p=.674>.05$ ). Matematik kaygısını derecelendirme ölçeğinin alt boyutu olan matematik dersi kaygısından grupların aldığı son test puanlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık yoktur (  $p = .980>.05$  ). Matematik kaygısını derecelendirme ölçeğinin alt boyutu olan işlem kaygısına göre son testlerden grupların aldığı puanların ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (  $p=.265>.05$ ). Matematik kaygısını derecelendirme ölçeğinin alt boyutu olan istatistik kullanma kaygısından grupların aldığı son test puanlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık yoktur (  $p = .590>.05$  ). Matematik kaygısını derecelendirme ölçeğinin alt boyutu olan bilgisayar kullanma kaygısına göre son testlerden grupların aldığı puanların ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (  $p=.313>.05$ ).

Elde edilen sonuçlara göre matematik kaygısını derecelendirme ölçeğinin alt boyutlarında uygulama sonunda gruplar arasında anlamlı bir farklılık oluşmamıştır.

Bilgisayar ve bilgisayar kullanıma yönelik tutum ölçeğine ilişkin deney ve kontrol gruplarına ait uygulama son test sonuçlarına ait karşılaştırma aşağıdaki Tablo 4.16’da verilmiştir.

**Tablo 4.16 Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeğinin Son Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklemeler İçin t Testi İle Karşılaştırılması**

| Gruplar | N  | $\bar{X}$ | SS   | Levene Testi |      | Sd | t     | p    |
|---------|----|-----------|------|--------------|------|----|-------|------|
|         |    |           |      | F            | Sig  |    |       |      |
| Deney   | 37 | 4.14      | .541 | .027         | .869 | 72 | -.627 | .533 |
| Kontrol | 37 | 4.22      | .559 |              |      |    |       |      |

Yukarıdaki Tablo 4.16 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarının bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum ölçeğinden aldıkları son test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (  $p = .533 > .05$ ). Yani bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum ölçeğinin son test sonuçlarına göre uygulama sonunda gruplar arasında anlamlı bir farklılık oluşmamıştır. Ancak bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutumlarda ön test ortalamalarına göre deney grubunda az bir düşüş yaşanırken kontrol grubundaysa az bir yükselme meydana gelmiştir.

Bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum ölçeğinin alt boyutları olan değer, önem ve duygu boyutlarından grupların elde ettiği son test puanları arasında karşılaştırma aşağıdaki Tablo 4.17’de verilmiştir.

**Tablo 4.17 Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeğinin Alt Boyutlarına Ait Son Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklemeler İçin t Testi İle Karşılaştırılması**

| Değişken | Gruplar | N  | $\bar{X}$ | SS   | Levene Testi |      | Sd | t      | p    |
|----------|---------|----|-----------|------|--------------|------|----|--------|------|
|          |         |    |           |      | F            | Sig  |    |        |      |
| Değer    | Deney   | 37 | 4.33      | .649 | .114         | .736 | 72 | -.067  | .947 |
|          | Kontrol | 37 | 4.34      | .600 |              |      |    |        |      |
| Önem     | Deney   | 37 | 4.11      | .610 | .528         | .470 | 72 | -.823  | .413 |
|          | Kontrol | 37 | 4.23      | .540 |              |      |    |        |      |
| Duygu    | Deney   | 37 | 3.79      | .714 | .469         | .496 | 72 | -1.071 | .288 |
|          | Kontrol | 37 | 3.98      | .720 |              |      |    |        |      |

Tablo 4.17 incelendiğinde bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum ölçeğinin alt boyutu olan değere göre son testlerden grupların aldığı puanların ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ( $p=.947>.05$ ). Bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum ölçeğinin alt boyutu olan öneme göre grupların aldığı son test puanlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık yoktur ( $p = .413>.05$ ). Bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum ölçeğinin alt boyutu olan duyguya göre ön testlerden grupların aldığı puanların ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ( $p=.288>.05$ ). Elde edilen sonuçlara göre bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum ölçeğinin son test puanlarından grupların aldıkları puanların ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık oluşmamıştır.

Problem çözümede hesap makinesinin kullanımı ölçeğine ilişkin deney ve kontrol gruplarına ait son test sonuçlarına ait karşılaştırma aşağıdaki Tablo 4.18'de verilmiştir.

**Tablo 4.18 Deney ve Kontrol Gruplarının Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeğinin Son Test Sonuçlarının İlişkisiz Örneklem İçin t Testi İle Karşılaştırılması**

| Gruplar | N  | $\bar{X}$ | SS   | Levene Testi |      | Sd | t     | p    |
|---------|----|-----------|------|--------------|------|----|-------|------|
|         |    |           |      | F            | Sig  |    |       |      |
| Deney   | 37 | 3.29      | .825 | 1.087        | .301 | 72 | 4.022 | .000 |
| Kontrol | 37 | 2.58      | .682 |              |      |    |       |      |

Yukarıdaki Tablo 4.18 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarının hesap makinesi ve problem çözme ölçeğinden aldıkları son test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ( $p = .000 < .05$ ). Yani problem çözmede hesap makinesinin kullanımı ölçeğinin son test sonuçlarına göre uygulama sonunda gruplar arasında anlamlı bir farklılık oluşmuştur. Anlamlı farklılık deney grubu lehinedir.

#### **4.1.3 Araştırmanın Nicel Problemlerine Ait Ön Test Son Test Sonuçlarının Karşılaştırılmasına Ait Bulgular**

Bu başlık altında grupların ön testlerden aldıkları puan ortalamalarıyla son testlerden aldıkları puan ortalamaları ilişkili örneklem için .05 anlamlılık düzeyinde t testi yardımıyla karşılaştırılmıştır. Uygulanan beş ölçekten matematik tutum ölçeğinin deney ve kontrol gruplarındaki ön test puanları ortalamalarıyla son test puanları ortalamaları arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığı aşağıdaki Tablo 4.19 ve Tablo 4.20 de verilmiştir.

**Tablo 4.19. Deney Grubuna Ait Matematik Tutum Ölçeğinin Ön Test-Son Test Sonuçlarının İlişkili Örneklemeler İçin t Testi İle Karşılaştırılması**

| Gruplar  | N  | $\bar{X}$ | SS   | Kolmogorov |      | Sd | t     | p    |
|----------|----|-----------|------|------------|------|----|-------|------|
|          |    |           |      | K-S-Z      | Sig  |    |       |      |
| Ön Test  | 37 | 3.99      | .647 | .498       | .965 | 36 | -.278 | .782 |
| Son Test | 37 | 4.00      | .655 | .758       | .614 |    |       |      |

Yukarıdaki Tablo 4.19. incelendiğinde deney grubunun matematik tutum ölçeğinden aldığı ön test puanlarının ortalamasıyla son test puanlarının ortalaması arasında anlamlı bir ilişki yoktur ( $p = .782 > .05$ ). Uygulanan matematiksel modelleme eğitimi öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarında bir değişiklik yapmamıştır.

Perry ve Todder (2009)'in son sınıf tıp öğrencileriyle yürüttükleri çalışma, Lim, Tso ve Lin (2009)'in doğa bilimlerindeki öğrencilerle yaptıkları çalışma sonuçlarıyla yukarıda elde edilen sonuç örtüşmektedir [58,224]. Uygulama öncesinde ve sonrasında fen lisesi öğrencileri matematiğe karşı yüksek düzeyde olumlu tutum sergilemişlerdir. Uygulanan matematiksel modelleme etkinlikleri onların matematiğe yönelik tutumları üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmamıştır. Öğrencilerin matematiğe karşı tutumları yüksek düzeyde olduğundan tutumların daha fazla olumlu tutum artışı gerçekleşmemiştir. Ayrıca uygulanan modelleme etkinlikleri onların matematiğe karşı olumsuz tutum göstermelerine de neden olmamıştır.

**Tablo 4.20. Kontrol Grubuna Ait Matematik Tutum Ölçeğinin Ön Test-Son Test Sonuçlarının İlişkili Örneklemeler İçin t Testi İle Karşılaştırılması**

| Gruplar  | N  | $\bar{X}$ | SS   | Kolmogorov |      | Sd | t      | p    |
|----------|----|-----------|------|------------|------|----|--------|------|
|          |    |           |      | K-S-Z      | Sig  |    |        |      |
| Ön Test  | 37 | 4.09      | .651 | .651       | .627 | 36 | -1.545 | .132 |
| Son Test | 37 | 3.93      | .442 | .791       | .827 |    |        |      |

Yukarıdaki Tablo 4.20. incelendiğinde kontrol grubunun matematik tutum ölçeğinden aldığı ön test puanlarının ortalamasıyla son test puanlarının ortalaması arasında anlamlı bir ilişki yoktur (  $p = .132 > .05$ ). Ancak kontrol grubunun matematiğe yönelik tutumlarında az bir düşüş meydana gelmiştir.

Matematik İnanç Ölçeğinden deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test ortalama puanlarının ilişkili örneklemeler için karşılaştırması aşağıdaki Tablo 4.21 ve Tablo 4.22’de verilmiştir.

**Tablo 4.21. Deney Grubuna Ait Matematik İnanç Ölçeğinin Ön Test-Son Test Sonuçlarının İlişkili Örneklemeler İçin t Testi İle Karşılaştırılması**

| Gruplar  | N  | $\bar{X}$ | SS   | Kolmogorov |      | Sd | t    | p   |
|----------|----|-----------|------|------------|------|----|------|-----|
|          |    |           |      | K-S-Z      | Sig  |    |      |     |
| Ön Test  | 37 | 3.78      | .363 | .532       | .940 | 36 | .348 | .73 |
| Son Test | 37 | 3.74      | .427 | .608       | .853 |    |      |     |

Yukarıdaki Tablo 4.21. incelendiğinde deney grubunun matematik inanç ölçeğinden aldığı ön test puanlarının ortalamasıyla son test puanlarının ortalaması arasında anlamlı bir ilişki yoktur (  $p = .73 > .05$ ). Uygulanan matematiksel modelleme eğitimi öğrencilerin matematiğe yönelik inançlarında bir değişiklik yapmamıştır.

Elde edilen sonuç alan yazındaki Lim,Tso ve Lin (2009)'in elde ettikleri sonuçla örtüşmektedir [58]. Yazarlar kısa zamanda matematik hakkındaki inançların değişmemesinin olağan olduğunu belirtmişlerdir [58]. Öğrencilerin son derece kararlı olan yüksek düzeydeki inançları matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanması için bir engel oluşturmamıştır. Aynı zamanda matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanması öğrencilerde olumsuz inanç yapılarının gelişmesine neden olmamıştır. Öğrencilerin inançları onların düşünce ve eylemlerini olumlu yönde kullanarak modelleme etkinliklerine katılımlarına ve matematiksel becerilerinin gelişimine katkı sağlamıştır.

**Tablo 4.22. Kontrol Grubuna Ait Matematik İnanç Ölçeğinin Ön Test-Son Test Sonuçlarının İlişkili Örneklemeler İçin t Testi İle Karşılaştırılması**

| Gruplar  | N  | $\bar{X}$ | SS   | Kolmogorov |      | Sd | t     | p    |
|----------|----|-----------|------|------------|------|----|-------|------|
|          |    |           |      | K-S-Z      | Sig  |    |       |      |
| Ön Test  | 37 | 3.80      | .423 | 1.079      | .195 | 36 | -.072 | .943 |
| Son Test | 37 | 3.81      | .377 | .995       | .275 |    |       |      |

Yukarıdaki Tablo 4.22. incelendiğinde kontrol grubunun matematik inanç ölçeğinden aldığı ön test puanlarının ortalamasıyla son test puanlarının ortalaması arasında anlamlı bir ilişki yoktur ( $p = .943 > .05$ ).

Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeğinden deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test ortalama puanlarının ilişkili örneklemeler için karşılaştırması aşağıdaki Tablo 4.23 ve Tablo 4.24'de verilmiştir.



**Tablo 4.23. Deney Grubuna Ait Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeğinin Ön Test-Son Test Sonuçlarının İlişkili Örneklem İçin t Testi İle Karşılaştırılması**

| Gruplar  | N  | $\bar{X}$ | SS   | Kolmogorov |      | Sd | t     | p    |
|----------|----|-----------|------|------------|------|----|-------|------|
|          |    |           |      | K-S-Z      | Sig  |    |       |      |
| Ön Test  | 37 | 1.61      | .508 | 1.156      | .138 | 36 | -.542 | .591 |
| Son Test | 37 | 1.54      | .518 | .679       | .745 |    |       |      |

Yukarıdaki Tablo 4.23. incelendiğinde deney grubunun matematik kaygısını derecelendirme ölçeğinden aldığı ön test puanlarının ortalamasıyla son test puanlarının ortalaması arasında anlamlı bir ilişki yoktur ( $p = .591 > .05$ ). Uygulanan matematiksel modelleme eğitimi öğrencilerin matematiğe yönelik kaygılarında bir değişiklik yapmamıştır.

Elde edilen sonuç Lim, Tso ve Lin (2009)'in sonuçlarıyla uyusmaktadır [58]. Matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanması öğrencilerin matematiğe yönelik kaygılarında bir artışa veya azalışa neden olmamıştır. Elde edilen bu sonucun en önemli sebebi öğrencilerin son derece kararlı inanç yapılarının olmasıdır. Kararlı inanç yapıları nedeniyle öğrencilerin matematiğe karşı kaygıları yok denecek kadar azdır.

**Tablo 4.24. Kontrol Grubuna Ait Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeğinin Ön Test-Son Test Sonuçlarının İlişkili Örneklemeler İçin t Testi İle Karşılaştırılması**

| Gruplar  | N  | $\bar{X}$ | SS   | Kolmogorov |      | Sd | t     | p    |
|----------|----|-----------|------|------------|------|----|-------|------|
|          |    |           |      | K-S-Z      | Sig  |    |       |      |
| Ön Test  | 37 | 1.71      | .521 | 1.001      | .827 | 36 | -.700 | .489 |
| Son Test | 37 | 1.61      | .613 | .269       | .500 |    |       |      |

Yukarıdaki Tablo 4.24 incelendiğinde kontrol grubunun matematik tutum ölçeğinden aldığı ön test puanlarının ortalamasıyla son test puanlarının ortalaması arasında anlamlı bir ilişki yoktur ( $p = .489 > .05$ ).

Bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum ölçeğinden deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test ortalama puanlarının ilişkili örneklemeler için karşılaştırması aşağıdaki Tablo 4.25 ve Tablo 4.26’da verilmiştir.

**Tablo 4.25. Deney Grubuna Ait Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeğinin Ön Test-Son Test Sonuçlarının İlişkili Örneklemeler İçin t Testi İle Karşılaştırılması**

| Gruplar  | N  | $\bar{X}$ | SS   | Kolmogorov |      | Sd | t      | p    |
|----------|----|-----------|------|------------|------|----|--------|------|
|          |    |           |      | K-S-Z      | Sig  |    |        |      |
| Ön Test  | 37 | 4.31      | .451 | .727       | .665 | 36 | -1.923 | .063 |
| Son Test | 37 | 4.14      | .541 | .854       | .459 |    |        |      |

Yukarıdaki Tablo 4.25 incelendiğinde deney grubunun bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum ölçeğinden aldığı ön test puanlarının

ortalamasıyla son test puanlarının ortalaması arasında anlamlı bir ilişki yoktur ( $p = .063 > .05$ ). Uygulanan matematiksel modelleme eğitimi öğrencilerin bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutumları üzerinde bir değişiklik yapmamıştır.

Elde edilen sonuç Perry ve Todder (2009)'in çalışmalarındaki sonuçla paralellik taşımaktadır [224]. Perry ve Todder (2009)'in son sınıf tıp öğrencileriyle matematiksel modelleme etkinliklerinin bilgisayara yönelik tutumlara etkisi üzerine yaptıkları çalışmada da öğrencilerin bilgisayara yönelik temel tutumlarının değişmediği görülmüştür [224]. Bu araştırmada öğrenciler uygulama öncesi ve sonrasında bilgisayar ve bilgisayar kullanımına karşı olumlu tutum sergilemişlerdir.

**Tablo 4.26. Kontrol Grubuna Ait Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeğinin Ön Test-Son Test Sonuçlarının İlişkili Örneklemeler İçin t Testi İle Karşılaştırılması**

| Gruplar  | N  | $\bar{X}$ | SS   | Kolmogorov |      | Sd | t    | p   |
|----------|----|-----------|------|------------|------|----|------|-----|
|          |    |           |      | K-S-Z      | Sig  |    |      |     |
| Ön Test  | 37 | 4.12      | .574 | .437       | .991 | 36 | 1.25 | .22 |
| Son Test | 37 | 4.22      | .559 | .854       | .459 |    |      |     |

Yukarıdaki Tablo 4.26 incelendiğinde kontrol grubunun bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum ölçeğinden aldığı ön test puanlarının ortalamasıyla son test puanlarının ortalaması arasında anlamlı bir ilişki yoktur ( $p = .22 > .05$ ).

Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeğinden deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test ortalama puanlarının ilişkili örneklemeler için karşılaştırması aşağıdaki Tablo 4.27 ve Tablo 4.28'de verilmiştir.

**Tablo 4.27 Deney Grubuna Ait Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeğinin Ön Test-Son Test Sonuçlarının İlişkili Örneklemeler İçin t Testi İle Karşılaştırılması**

| Gruplar  | N  | $\bar{X}$ | SS   | Kolmogorov |      | Sd | t     | p    |
|----------|----|-----------|------|------------|------|----|-------|------|
|          |    |           |      | K-S-Z      | Sig  |    |       |      |
| Ön Test  | 37 | 2.55      | .889 | .868       | .439 | 36 | 4.755 | .000 |
| Son Test | 37 | 3.27      | .825 | .907       | .383 |    |       |      |

Yukarıdaki Tablo 4.27 incelendiğinde deney grubunun problem çözüme hesap makinesinin kullanımı ölçeğinden aldığı ön test puanlarının ortalamasıyla son test puanlarının ortalaması arasında anlamlı bir ilişki vardır (  $p = .000 < .05$ ). Uygulanan matematiksel modelleme eğitimi öğrencilerin problem çözüme hesap makinesinin kullanımına ilişkin düşünceleri üzerinde bir değişiklik oluşturmuştur.

Elde edilen sonuca göre deney grubundaki öğrenciler matematiği daha işlevsel görmekteler ve hesap makinesinin problem çözüme gerekliliğine daha çok inanmaktadırlar. Literatürde böyle bir bulguya rastlanmamıştır.

**Tablo 4.28. Kontrol Grubuna Ait Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeğinin Ön Test-Son Test Sonuçlarının İlişkili Örneklemeler İçin t Testi İle Karşılaştırılması**

| Gruplar  | N  | $\bar{X}$ | SS   | Kolmogorov |      | Sd | t    | p    |
|----------|----|-----------|------|------------|------|----|------|------|
|          |    |           |      | K-S-Z      | Sig  |    |      |      |
| Ön Test  | 37 | 2.37      | .646 | .633       | .818 | 36 | 2.29 | .028 |
| Son Test |    |           |      | .744       | .637 |    |      |      |

Yukarıdaki Tablo 4.28 incelendiğinde kontrol grubunun problem çözümede hesap makinesinin kullanımı ölçeğinden aldığı ön test puanlarının ortalamasıyla son test puanlarının ortalaması arasında anlamlı bir ilişki vardır (  $p = .028 < .05$ ). Anlamlılık son test lehinedir. Ancak bu anlamlı artış deney grubuna göre çok daha düşük düzeyde olup doğal bir artıştır.

## **4.2. BULGULAR VE YORUMLAR-II BETİMSSEL İÇERİK ANALİZİ**

Bu bölümde araştırmada elde edilen 5 araştırma sorusunu (S1,S2,S3,S4,S5) incelemek için uygulanan matematik tutum ölçeği, matematiğe yönelik inanç ölçeği, matematik kaygısını derecelendirme ölçeği, bilgisayara karşı tutum ölçeği, problem çözümede hesap makinesinin kullanımı ölçeklerinden elde edilen yordamalı istatistikle ilgili bulguların nedenini açıklamak ve diğer araştırma sorularını (S6,S7,S8,S9,S10) aydınlatmak için betimsel içerik analizi yapılmış ve bunlarla ilgili bulgulara yer verilmiştir:

### **4.2.1. Uygulama Öncesi Elde Edilen Nitel Bulgular**

Bu başlık altında araştırmadan önce ön ankette elde edilen veriler katılımcıların mevcut durumunu ve araştırmanın alt problemleriyle ilgili başlangıçtaki düşüncelerini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Kontrol grubuna hiçbir müdahale yapılmadığından deney grubuyla ilgili bulgulara yer verilecektir.

#### **4.2.1.1 Katılımcıların Matematik Derslerinde Hesap Makinesi (Hema) Kullanım Durumları**

Deney grubundaki öğrencilerin hesap makinelerini kullandıkları belirlenmiş, öğrenciler genelde de 4 işlem gerektiren hesaplamalarda kullandıklarını ifade etmişlerdir. Bu işlemler içinse cep telefonlarındaki Hema'yı ağırlıklı olarak kullandıkları görülmüştür. Bilimsel hesaplamalara uygun hesap makineleriyle ilgili öğrencilerin çoğunun bilgi sahibi olmadıkları belirlenmiştir.

Öğrencilerin matematik derslerinde hema kullanıp kullanmadıkları da belirlenmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin yüklemeleri genel anlamda “kullandım veya kullanmadım” şeklindedir. Bazı öğrenciler, birden fazla yükleme yapmışlardır. Bazıları ise sadece kullandım veya kullanmadım şeklinde yanıtlamışlardır. Bu yüklemelerle ilgili Tablo 4.29 aşağıda verilmiştir.

**Tablo 4.29. Öğrencilerin Matematik Derslerinde Hema Kullanım Durumları**

| <b>Kategoriler</b>   | <b>Kodlama</b> |
|--|----------------|
| <i>Derste Hema Kullanmadım. Çünkü...</i>                           | <b>19</b>      |
| Matematik Öğretmenlerim Hema kullanımına izin vermedi              | 4              |
| Derste Hemaya ihtiyaç duymadım                                     | 2              |
| Hema, işlem pratikliğini azaltır/köreltir                          | 2              |
| Kullanmaya gerek görmem  | 2              |
| İşlemler öğrenci tarafından yapılmalı                              | 2              |
| Büyük sayılarla işlem yapmadan işlemlerin bırakılması              | 2              |
| Elle yapılan işlemlere güven duyulması                             | 1              |
| Hema gerektirecek problemlerin olmaması                            | 1              |
| Hema kullanılmaması gerektiğinin düşünülmesi                       | 1              |
| Hema kullanıldığında dersin anlamının yitirilmesi                  | 1              |
| <i>Derste Hema Kullandım. Çünkü...</i>                             | <b>18</b>      |
| Uzun ve zor işlemleri kolaylaştırması için kullandım.              | 7              |
| Karmaşık ve çok basamaklı işlemlerde zaman kazanmak için kullandım | 3              |
| Küsuratlı sayılarla işlem yapmayı kolaylaştırması için kullandım   | 2              |
| Büyük sayılarla işlem yapmayı kolaylaştırması için kullandım       | 2              |
| Projede hesaplama yaparken kullandım                               | 1              |

Tablo 4.29. incelendiğinde öğrencilerin matematik derslerinde hemayı hem kullananların hem de kullanmayanların olduğu görülmüştür. Bazı yüklemeler duyuşsal boyuttadır. Burada duyuşsal yüklemelerin daha çok matematiğe yönelik inançlar kapsamında olduğu söylenebilir.

Öğrencilerin, matematik öğrenirken hema kullanımı ve sınavlarda hemanın kullanımıyla ilgili düşünceleri de alınmıştır. Aşağıdaki Tablo 4.30'da matematik öğrenirken hesap makinesinin kullanımıyla ilgili öğrencilerin yaptıkları yüklemeler verilmiştir.

**Tablo 4.30. Matematik Öğrenirken HEMA Kullanımıyla İlişkin Bulgular**

| <b>Kategoriler</b>  | <b>Kodlama</b> |
|---|----------------|
| <i>Matematik öğrenirken hema kullanılmalıdır.</i>   | <b>6</b>       |
| Uzun ve karmaşık işlemlerde zaman kazandırması için hema kullanılmalıdır                                    | 2              |
| İşlem yapmayı yeni öğrenenlerin işlem yeteneğini geliştirmesi için hema kullanılmalıdır                     | 1              |
| İşlemden daha çok matematiğin yapısının ve problem çözmenin öğrenilmesi gerektiği için hema kullanılmalıdır | 1              |
| <i>Matematik öğrenirken hema kullanılmamalıdır.</i>   | <b>16</b>      |
| İşlemlerin zihinden yapılmasına inanılması  | 5              |
| Matematik mantıkdersidir, hema kullanılmaması gerekmektedir   | 2              |
| Hema işlem kabiliyetini köreltmektedir  | 2              |
| Hema kullanma kolayca kaçmaktır   | 2              |
| Hema kullanmak düşünmeden uzaklaştırmaktadır  | 1              |
| Hemanın öğrenmeyi engellemektedir   | 1              |
| Hemasız işlemler sayısal zekâyı geliştirmektedir  | 1              |
| Hema kullanınca matematiğin anlamı kalmamaktadır  | 1              |
| Hema pratiklik kazanmada kullanılmamalıdır  | 1              |
| <i>Matematik öğrenirken hema kısmen kullanılmalıdır.</i>  | <b>14</b>      |
| Bazı karmaşık işlemlerde kullanılması   | 3              |
| İlköğretimden sonra kullanılması  | 1              |
| <i>Fark etmez</i>   | <b>1</b>       |

Tablo 4.30. incelendiğinde öğrencilerin yaptıkları yüklemelerde diğer bireylerin (matematik öğretmenleri, veliler ve sosyal çevreleri vb.) çok fazla etkilendikleri düşünülmüştür.

Öğrencilerin matematik sınavlarında hesap makinelerinin kullanımıyla ilgili düşünceleri de alınmıştır. Aşağıdaki Tablo 4.31’de bu düşüncelere ait bulgular yer almaktadır.



**Tablo 4.31. Matematik Sınavlarında HEMA Kullanımıyla İlgili Düşüncelere Ait Bulgular**

| <b>Kategoriler</b>  | <b>Kodlama</b> |
|---|----------------|
| <i>Matematik sınavlarında hema kullanılmalıdır, çünkü..</i>           | <b>18</b>      |
| Önemli olan problemin anlaşılması ve nasıl çözüleceğinin bilinmesidir | 4              |
| İşlem hatası yapılmaması içindir                                      | 4              |
| Öğrencilerin zor hesaplamaları yapabilmesi içindir                    | 2              |
| Büyük sayılar ve zor işlemlerde kullanılması içindir                  | 2              |
| Zor ve karmaşık işlemlerde kullanılması içindir                       | 2              |
| Zaman kaybını engellemesi içindir                                     | 2              |
| Öğretmenin hatalı değerlendirmesini engellemesi içindir               | 1              |
| <i>Matematik sınavlarında hema kullanılmamalıdır, çünkü...</i>        | <b>18</b>      |
| Matematiğin amacının dışına çıkılmaktadır                             | 3              |
| İşlemleri öğrencinin kendisinin yapması gerekmektedir                 | 3              |
| Sınavın bilgi ölçmesi gerekir   | 3              |
| İşlemlerin de bir soru olduğu düşünülmelidir                          | 3              |
| Hemaya gerek duyulmamasıdır   | 3              |
| Hemanın işlem kabiliyetini köreltmesidir                              | 1              |
| Sınavın anlamının kalmamasıdır  | 1              |
| <i>Kararsız</i>   | <b>1</b>       |

Tablo 4.31.'den farklı ve zıt görüşlerin birlikte olduğu görülebilir. Bir grup öğrenci işlemler için hemanın bir araç olduğunu düşünürken, diğer bir grup öğrenci ise işlemleri de öğrenme çıktısı olarak gördüğü ifade edilebilir.

Ayrıca öğrencilere ön ankette, üslü denklemlerin farklı programlarındaki durumları da sorulmuş, öğrencilerin bir kısmı diğer konularla ilişkilendirerek doğru yanıtı bulmuşlar, diğer çoğunluğu ise kendi hesaplarının doğru ve geçerli olduğunu savunmuşlardır. Bilgisayar yazılım programlarıyla ilgili olmayan hesap makinesi problemlerinde ise problem eğer matematiksel bir ifade yardımıyla yapılabiliyorsa hesap makinesi yerine işlemleri kendileri yapmayı tercih etmişlerdir. Tüm sorularda kendilerine olan güvenlerini ve yaptıkları hesaplardan emin olduklarını belirtmişlerdir.

#### 4.2.1.2 Katılımcıların Uygulamadan Önce Matematik Derslerinde Bilgisayar Kullanım Durumları

Matematik derslerinde HEMA kullanımıyla ilgili düşüncelerin alınmasından sonra bilgisayar kullanımıyla ilgili düşünceler alınmıştır. Matematik derslerinde uygulama öncesinde bilgisayarların kullanımıyla ilgili düşünceler aşağıdaki Tablo 4.32’de verilmiştir.

**Tablo 4.32. Matematik Derslerinde Öğrencilerin Bilgisayar Kullanım Durumu**

| <b>Kategoriler</b>  | <b>Kodlama</b> |
|---|----------------|
| <i>Matematik derslerinde bilgisayar kullanmadım,çünkü...</i>    | <b>37</b>      |
| Matematik derslerinde bilgisayarları kullanacak durumlar olmadı | 10             |
| Genel olarak eğitim sisteminde bilgisayarlar yer almadı         | 7              |
| Bilgisayarların matematikte nasıl kullanılacağını bilinmemesi   | 5              |
| Okulda ve sınıfta bilgisayarların yeterli olmaması              | 3              |
| Neden kullanılmadığının bilinmemesi                             | 3              |
| Derste bilgisayarların kullanılmasına izin verilmemesi          | 2              |
| Öğretmenlerin etkin kullanamaması                               | 1              |

Öğrencilerin verdikleri yanıtlardan eğitim sisteminin genelinde bilgisayarların yer bulamamış olduğu görülmektedir. Hesap makinesi için sorgulanan durumlar bilgisayarlar için de sorgulanmıştır. Bilgisayarların matematik öğrenirken ve sınavlarda kullanımına ilişkin düşünceler de alınmıştır. Tablo 4.33’de matematik öğrenirken bilgisayar kullanımıyla ilgili öğrencilerin yaptıkları yüklemelere yer verilmiştir.

**Tablo 4.33. Matematik Öğrenirken Bilgisayar Kullanımıyla İlgili Bulgular**

| <b>Kategoriler</b>  | <b>Kodlama</b> |
|---|----------------|
| <i>Matematik öğrenirken bilgisayar kullanılmalıdır, çünkü</i> | <b>12</b>      |
| Bilgisayarın hayatın her alanında yer almaktadır              | 3              |
| Matematik öğrenmeye yardımcı olmaktadır                       | 1              |
| Kalıcı öğrenme sağlamaktadır                                  | 1              |
| Etkin öğrenme sağlamaktadır                                   | 1              |
| Yararlıdır  | 1              |
| Bilgisayarların her derste kullanılması gerekir               | 1              |
| İyi yazılımlar doğru sonuçlar vermektedir                     | 1              |
| <i>Matematik öğrenirken bilgisayar kullanılmamalıdır</i>      | <b>15</b>      |
| Gerekli değildir/ Bir fark oluşturmamaktadır                  | 7              |
| Lise düzeyindeki matematik için gerekli değildir              | 1              |
| Bilgisayar kullanmadan da matematiğin öğrenilebilmektedir     | 1              |
| Öğrencinin beyninin matematiksel gelişimini engellemektedir   | 1              |
| Matematiğin zorluklarıyla birlikte öğrenilmelidir             | 1              |
| Öğretmen varken bilgisayara gerek yoktur                      | 1              |
| <i>Matematik öğrenirken bilgisayar kısmen kullanılmalıdır</i> | <b>9</b>       |
| Bazı konularda kullanılmalıdır                                | 3              |
| Yararlıysa kullanılmalıdır                                    | 2              |
| Tercihe bırakılmalıdır  | 1              |
| Belli düzeyde kullanılmalıdır                                 | 1              |
| <i>Fikrim Yok</i>   | <b>3</b>       |

Tablo 4.33'den öğrencilerin genel anlamda düşüncelerini şekillendirirken içinde buldukları eğitim sisteminden etkilendikleri söylenebilir.

Öğrencilerin matematik sınavlarında bilgisayarların kullanımıyla ilgili düşünceleri de alınmıştır. Bu düşüncelerle ilgili bulgulara Tablo 4.34.'de yer verilmektedir.

**Tablo 4.34. Matematik Sınavlarında Bilgisayar Kullanımıyla İlgili Bulgular**

| <b>Kategoriler</b>   | <b>Kodlama</b> |
|--|----------------|
| <i>Matematik sınavlarında bilgisayar kullanılabilir, çünkü</i> | <b>8</b>       |
| İzin verilmesi daha iyidir                                     | 3              |
| Zaman kaybı ve işlem hatası önlenmektedir                      | 1              |
| Sınav kullanmaya elverişli olmalıdır                           | 1              |
| <i>Matematik sınavlarında bilgisayar kullanılmamalıdır</i>     | <b>26</b>      |
| Öğrencinin konsantrasyonunu azaltır                            | 7              |
| Gerekli değildir   | 6              |
| Bilgi ölçmeyi engellemektedir                                  | 4              |
| Okullarda fiziksel/maddi olanak yetersizliği vardır            | 3              |
| Kullanmak iyi değildir   | 1              |
| İşlemlerin kağıt üzerinde olması gerekir                       | 1              |
| <i>Bilmiyorum, hiç kullanmadım.</i>                            | <b>3</b>       |

Tablo 4.34’de öğrencilerin belirttiği ifadelerden öğrencilerin bilgisayarı daha çok eğitimsel amaçlarının dışında kullandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Öğrenciler hiçbir zaman bilgisayar destekli bir eğitim almamışlardır.

#### **4.2.1.3 Katılımcıların Uygulamadan Önce Model/Matematiksel Modellemeyle İlgili Düşünceleri**

Öğrencilere yöneltilen sorulardan biri de matematiksel modelleme ve ilgili kavramların kullanılıp kullanılmadığıyla ilgili olmuştur. 37 öğrencinin 21’i matematiksel modelleme kavramıyla ilgili bilgilerinin ve uygulamalarının olmadığını belirtmişler, diğer 16 kişi kavramla ilgili tahminde bulunmuşlar ancak onlar da matematiksel modelleme kavramıyla hiçbir zaman ve hiçbir yerde karşılaşmadıklarını ifade etmişlerdir. Öğrencilerin matematiksel modellemeyle ilgili yaptıkları yüklemeler aşağıdaki Tablo 4.35’de verilmiştir.

**Tablo 4.35. Matematiksel Modelleme Kavramına Yapılan Yüklemler**

| <b>Kategoriler</b>                               | <b>Kodlama</b> |
|--|----------------|
| Matematiksel modelleme/model hakkında bilgim yok | 21             |
| Bilgisayar programı/yazılımıdır                  | 6              |
| Matematikle ilgili projedir                      | 2              |
| Matematikleştirmezdir                            | 2              |
| Herşeyi matematiksel düşünmezdir                 | 1              |
| Problem çözme yöntemidir                         | 1              |
| Problem çözme için algoritmadır                  | 1              |
| Matematiksel gösterimdir                         | 1              |
| Matematik işlemleriyle modelleme yapmadır        | 1              |
| Matematiği daha çok somutlaştırır                | 1              |

Tablo 4.35'e göre öğrencilerin yaptıkları yüklemelerden matematiksel modellemenin teknoloji ve matematik kavramlarıyla ilişkilendirildiği görülebilmektedir. Matematiksel ifade olarak matematikleştirme ve problem çözme vurgulanmıştır.

Öğrenciler ön ankette 3 matematiksel modelleme problemi çözmüşlerdir. Bu problemlerle ilgili düşüncelerini içeren yüklemeler aşağıdaki Tablo 4.36'da verilmiştir.

**Tablo 4.36. Modelleme Problemlerinin Değerlendirilmesi**

| <b>Kategoriler</b>   | <b>Kodlama</b> |
|--|----------------|
| Matematiksel modelleme problemleri kolaydı, daha önce çözmedim | 13             |
| Benzer grafikler çözdüm  | 10             |
| Çok zordu / daha önce karşılaşmadığımdan zorlandım             | 8              |
| Çözüp yorum yapmayan   | 6              |

Tablo 4.36'da görülebileceği gibi modelleme soruları grafiklerle ilgili temel modelleme soruları olduğundan öğrenciler daha önceki matematik ve fen derslerine yönelik yüklemelerde bulunmuşlardır. Öğrencilerin çoğu daha önce modelleme problemi çözmemiştir.

#### 4.2.1.4. Isınma Problemlerindeki Modelleme Süreci

Ön anket ve ısınma problemlerinde öğrencilere üç tane modelleme problemi çözmüşlerdir. Her bir soru ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Birinci ısınma probleminde İsveç'in yıllara göre değişen nüfus değerleri verilmiştir. Soruda istenen yıllara göre nüfusun değişim grafiğinin çizilmesidir. Öğrenciler burada birkaç grafik tipi tercih etmişlerdir. İlk tercihleri artan fonksiyon grafiği olmuştur. Artan fonksiyon grafiğini bazı öğrenciler başlangıç noktasından başlatmışlar, bazıları ise belli bir değerden sonra başlatmışlardır. İkinci grafik tercihleri azalmayan fonksiyon grafiği olmuştur. Bu grafikte veriler artmakta ancak bir zaman sonra sabit hale gelmektedir. Genel itibariyle öğrenciler grafiği çizebilmişlerdir. Elde edilen çözüm örnekleri Ek -S de verilmiştir.

İkinci ısınma probleminde Eiffel kulesinin en yüksek noktasından düşürülen bir çikolata parçasının zamana göre yerden yüksekliğinin grafiği istenmiştir. Soruda genelde zamanla yükseklik ters orantılı olarak düşünülmüş ve öğrencilerin büyük çoğunluğu azalan fonksiyon grafiği çizmişlerdir. Birkaç öğrenci fizik dersindeki bilgilerini transfer ederek belli bir yükseklikten sonra çikolata parçasının limit hıza ulaşarak o hızda düşme hareketini devam ettireceğini düşünmüşlerdir. Elde edilen çözüm örnekleri Ek -S de verilmiştir.

Üçüncü ısınma probleminde bir miktar maya kabarması için kısıtlı bir alana bırakılmıştır. Mayanın miktarının süreye ve yaşam şartlarına bağlı olduğu belirtilmiştir. Soruda zamanla maya miktarının değişimini gösteren bir grafiğin çizilmesi istenmiştir. Öğrenciler soruyu üç farklı grafikten yararlanarak çözmüşlerdir. Genel eğilim artan fonksiyon grafiği olmuştur. İkinci grafik tercihi azalmayan fonksiyon grafiğidir. Üçüncü grafik tercihi ise doğruya en yakın grafik tercihidir. Bu grafikte önce maya miktarı artmakta sonra azalmakta bir süre sonra ise sabit kalmaktadır. Elde edilen çözüm örnekleri Ek -S de verilmiştir.

### 4.3 Uygulama Süreci ve Uygulama Süreci Sonrasında Elde Edilen Nitel Bulgular

Bilgisayar destekli nitel analiz yardımıyla aşağıdaki nitel araştırma sorularına cevaplar araştırılmıştır. Nitel araştırma soruları sırasıyla şöyledir:

S6. Matematiksel modelleme ve uygulamalarına yönelik öğrencilerin düşünceleri nedir?

S7. Öğrenciler matematiksel modelleme sürecini nasıl görmektedirler?

S8. Öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerinin duyuşsal özelliklerine etkileri hakkında düşünceleri nedir?

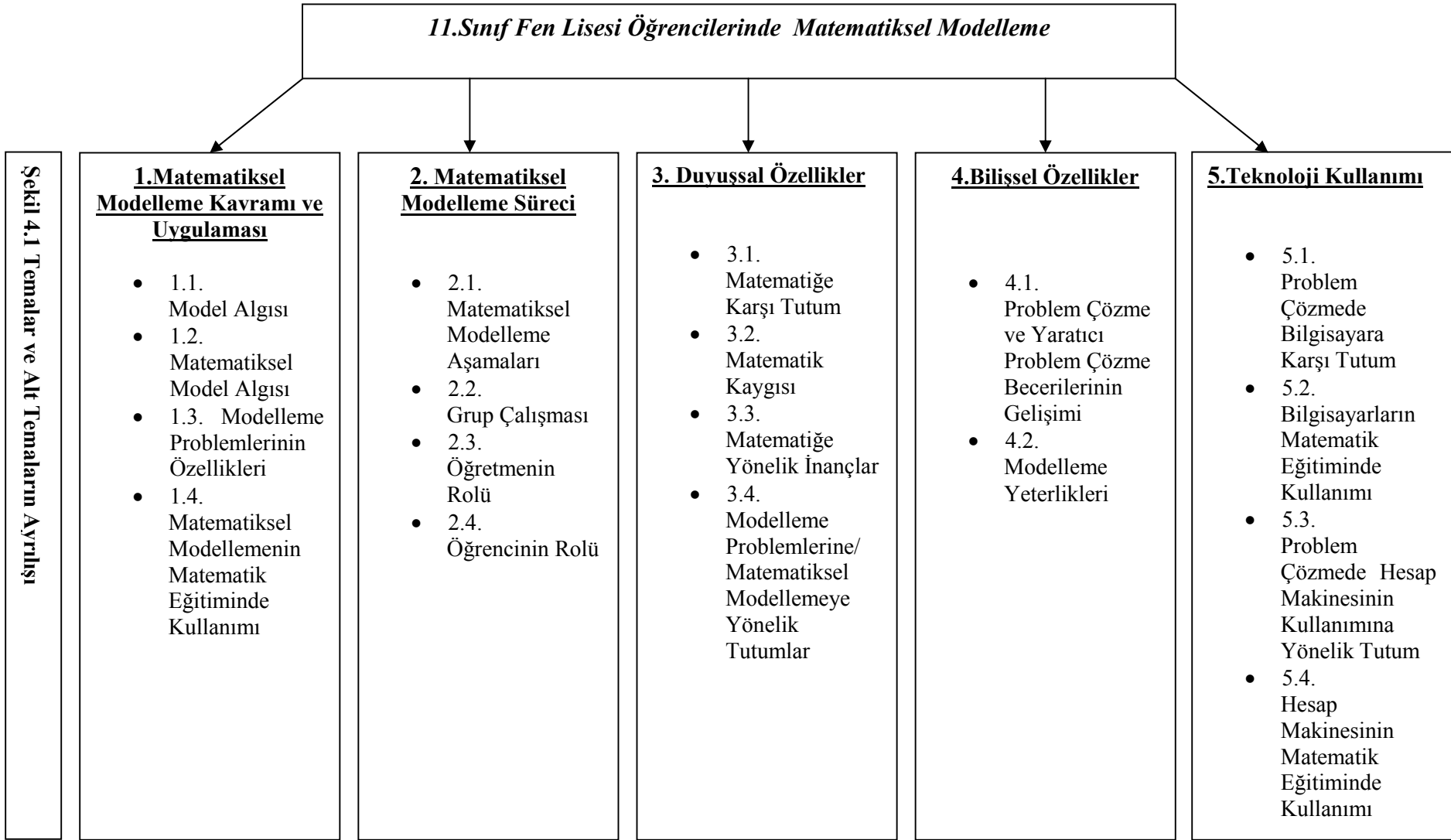
S9. Öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerinin bilişsel özelliklerine etkileri hakkında düşünceleri nedir?

S10. Öğrenciler matematiksel modelleme etkinliklerinde teknolojinin kullanımını nasıl görmektedirler?

Nitel analiz sonucunda ana tema “11.Sınıf Fen Lisesi Öğrencilerinde Matematiksel Modelleme”; alt temalar ise

- 1) Matematiksel modelleme kavramı ve uygulaması,
- 2) Matematiksel modelleme süreci,
- 3) Duyuşsal özellikler,
- 4) Bilişsel Özellikler,
- 5) Teknoloji kullanımıdır.

Ana tema ve ana temayla ilgili alt temalar aşağıdaki şekilde verilmiştir.





### 4.3.1 Matematiksel Modelleme Kavramı ve Uygulaması

Alt temada öğrencilerin modeli ve matematiksel modellemeyi nasıl algıladıkları, matematiksel modelleme problemlerini nasıl gördükleri, matematiksel modellemenin matematik eğitiminde kullanımını alt başlıklarında çözümlenmeler yapılmıştır.

#### 4.3.1.1 Model Algısı

Öğrencilerin son anketteki “ Model ifadesinden ne anlıyorsunuz?” sorusuna verdikleri cevaplar çözümlenerek kategorilere ayrılmıştır. Model algısı alt temasıyla ilgili çözümlenme sayısallaştırılarak frekansları aşağıdaki Tablo 4.37’de verilmiştir:

**Tablo 4.37. Model algısına yönelik yüklemelerin frekans dağılımı**

| Kodlamalar                                      | Frekans |
|---|---------|
| Somatlaştırma                                   | 13      |
| Görselleştirme/Görsel Sunum                     | 7       |
| Anlaşılabilir Ölçüye/İfadeye Getirme/Dönüştürme | 6       |
| Basitleştirme                                   | 5       |
| Tasarı-Tasarlama<br>(Benzer veya maket)         | 4       |
| Yöntem-Teknik                                   | 2       |
| Sistem/Matematiksel Sistem                      | 2       |
| Genelleme                                       | 1       |
| Grafik  | 1       |
| Matematiksel formül veya fonksiyon              | 1       |
| Veri elde etme ve analiz etme                   | 1       |

Tablo 4.37. incelendiğinde öğrencilerin modelleme sürecinin sonunda model kavramıyla ilgili alinyazında geçen modelin önemli özelliklerine vurgu yaptıkları görülmektedir. Matematiksel sunum ve kavramsal yapı gibi modele ait durumların öne çıktığı anlaşılmaktadır.

Aynı zamanda modeller, gerçekliğin bir sunumudurlar. Öğrencilerin model algısıyla ilgili belirttikleri aşağıda verilmiştir:

Çok büyük ya da çok küçük yapıların insanların anlayabileceği şekilde gösterilmesidir. Mesela DNA modeli, atom modeli gibi (FLÖ-12,11-A,deney grubu, son anket).

Model ifadesinde her zaman görülemeyecek bir nesneyi, pratik halde istendiği zaman görülebilecek hale getirmek (FLÖ-8,11-A, deney grubu, son anket).

Bir konu hakkında konuyu anlatan onu oluşturan onunla ilgili bilgilerin özelliklerin, işlemlerin somutlaştırılmış şekilde ortaya çıkmasına model denir ( FLÖ-20, 11-A, deney grubu, son anket).

Karmaşık bir durumun daha kolay bir şekle sokulmuş haline denir. Özet niteliği taşır. Somutlaştırmaya yönelik eylemlerdir (FLÖ-20, 11-B, deney grubu, son anket).

Derslerde öğrendiğimiz, bize anlatılan ya da zihnimize canlandırmaya çalışılan objelerin, somut veri ve olaylarla karşımıza çıkarılması, anlamamızı kolaylaştıracak ifadelere dönüştürülmesidir (FLÖ-17,11-A,deney grubu, son anket).

Bir amaca yönelik kurulan matematiksel sistem. Problemlerin çözümü için geliştirilmiş hesaplama ve çözüm sistemidir (FLÖ-31,11-B, deney grubu, son anket).

Model konuları daha iyi anlamamızı sağlar. Çeşitli modeller yaparak çözdüğümüz problemleri basit hale getiririz (FLÖ-3, 11-A,deney grubu, son anket).

Bir kavramın ya da oluşun görselleştirilmesidir (FLÖ-9,11-A,deney grubu, son anket).

Belirli bir konu hakkında görsel olarak gösterilen sunumlardır. O konunun daha iyi anlaşılmasını sağlar. Görselliğe dayanır. (FLÖ-16,11-A,deney grubu, son anket).

Öğrencilerin odaklandığı durumlar bir yapıyı veya karmaşık bir durumu somut ve anlaşılır hale getirme, onu basitleştirme, temsil (sunum) olarak da görsellik kullanma olarak görülmektedir. Bunlar alan yazını ile birebir uyuşan durumlardır. Tablo 4.37 ve yukarıdaki ifadeler göz önüne alındığında, model algısında var olan durumun somut, anlaşılabilir hale getirilmesinin gerekliliği ifade edilmiştir.

Öğrencilerin yaptıkları somutlaştırma yüklemesi Yoon (2006)'nın somutlaştırma ifadesine uymaktadır [72]. Sistem/matematiksel sistem ifadesi Doerr ve English (2003)'in model tanımıyla paraleldir [26,s.112]. Matematiksel sunum ve kavramsal yapı gibi ifadeler Lesh ve Doerr (2003)'un tanımıyla paralellik taşımaktadır [23]. Korkmaz (2010)'ın araştırmasında öğretmen adaylarının model yüklemelerinden biri “anlaşılır hale getiren” dir [228]. Bu ifade anlaşılabilir hale

getirme ifadesiyle örtüşmektedir. Tasarı/tasarlama, veri elde etme ve analiz etme literatürden farklı olarak elde edilen durumlardır.

#### 4.3.1.2 Matematiksel Modelleme Algısı

Öğrencilerin matematiksel modellemeyle ilgili algılamaları son anketteki “Matematiksel modelleme ifadesinden ne anlıyorsunuz?” sorusunun çözümlenmesi yardımıyla elde edilmiştir. Matematiksel model algısı alt temasıyla ilgili çözümlene sayısallaştırılarak frekansları aşağıdaki Tablo 4.38’de verilmiştir:

**Tablo 4.38. Matematiksel modelleme algısına yönelik yüklemelerin frekans dağılımı**

| <b>Kodlamalar</b>                        | <b>Frekans</b> |
|--|----------------|
| Problem çözme yöntemi                    | 13             |
| Basitleştirme                            | 12             |
| Somutlaştırma                            | 8              |
| Matematiksel modelleme süreci            | 3              |
| Görselleştirme                           | 3              |
| Denklemlendirme/Matematiksel Formül      | 2              |
| Matematiksel Düşünme/Düşünmeyi Arttırıcı | 2              |
| İleriye Yönelik Sürekli Bir Yöntem       | 2              |
| Günlük Hayat Problemi Çözümü             | 1              |
| Günlük Hayata Aktarma                    | 1              |
| Matematiğin Farklı Kolu                  | 1              |
| Matematiksel kavram                      | 1              |
| Matematiğe Yararlı                       | 1              |
| Zor problemlerin çözümünde yardımcı      | 1              |
| Modelleme tekniğini matematiğe uyarlama  | 1              |
| Okul matematiğinden farklı               | 1              |

Tablo 4.38 incelendiğinde matematiksel modelleme kavramına yapılan yüklemelerin süreçsel yüklemeler olduğu görülmektedir. “Basitleştirme” yüklemesi çözümü kolaylaştıracak tüm etkinliklerin süreçsel olarak sentezlenmesi olarak görülmektedir. Problem çözme yöntemleri etkin olarak kullanılmaktadırlar. Modellemenin aşamalarından olan herhangi bir zihinsel sunum basitleştirme ve somutlaştırma yardımıyla olmaktadır. Öğrencilerin verdikleri yanıtlar ilgili alan

yazınla paralellik taşımaktadır. Öğrencilerin matematiksel modelleme algısıyla ilgili belirttikleri görüşler aşağıda verilmiştir:

Matematiksel bir problemi çözmek için gerekli bir formülün bir takım bilgiler kullanılarak oluşturulması matematiksel modellemedir (FLÖ-6,11-A,deney grubu, son anket).

Matematiksel modelleme matematiksel bir problemi belli kalıplara dökerek ve daha rahat çözmemizi sağlar. ( FLÖ-33,11-B,deney grubu, son anket).

Matematik problemlerini somut hale getirip çözümü kolaylaştırmak amacıyla yapılan etkinliktir. (FLÖ-7, 11-A,deney grubu, son anket).

Matematiksel modelleme problemlerin çözümünü kolaylaştırmak için problemi önce bir bütün halinde daha sonra parçalara ayırarak görselleştirmeyi, çözüm basamaklarını ortaya çıkarmayı amaçlar. (FLÖ-14, 11-A,deney grubu, son anket).

Matematiksel modelleme bilgisayar programları ve benzeri şeyleri kullanılarak matematik dalında yapacağımız işlemleri kolaylaştırmaya yarar. Matematiksel modellemede amaç elde ettiğimiz verileri en verimli şekilde kullanmaktır. ( FLÖ-3,11-A, deney grubu, son anket).

Model oluşturma karışık problemlerin çözümünde gerçekten işe yarayan bir yöntem. (FLÖ-12, 11-A,deney grubu, son anket).

Matematiksel modelleme kısaca, olayları ayrı ele alarak ortak çözüm üretmeye yarayan yöntemdir. ( FLÖ-28, 11-B,deney grubu, son anket).

Matematik kavramının soyut ifade veya kurallardan kurtarılarak somut işlem ve örneklerle anlatılmasıdır. ( FLÖ-17,11-A,deney grubu, son anket).

Öğrencilerin görüşlerinden yola çıkarak onların matematiksel modellemeyi yeni bir problem çözme yöntemi gördükleri ve yeni bir problem çözme yöntemi öğrendiklerini düşündükleri gözlemlenmiştir. Ayrıca matematiksel modellemeyi süreç olarak ele almışlar, matematiksel modellemenin matematik kısmına daha çok zaman ve çaba harcadıkları da yüklemelerinden elde edilen önemli bir bulgudur.

Öğrenciler matematiksel modellemeyi öncelikle problem çözme yöntemi olarak görmüşlerdir. Elde edilen bu bulgu ilgili literatürden farklıdır. Basitleştirme ifadesi Bassanezi (1994) ve Swan ve diğerleri (2007)'nin basitleştirme ifadeleriyle örtüşmektedir [40,72]. Matematiksel modelleme süreç olarak görülmüştür, ilgili literatürde de matematiksel modelleme süreç olarak ifade de edilmiştir

[23,40,41,42,51,52,54,55,60]. İlgili alan yazından farklı ifadeler ileriye yönelik yöntem, matematiğin farklı kolu, zor problemlerin çözümünde yardımcı, modelleme tekniğini matematiğe uyarlama, okul matematiğinden farklı ifadeleridir.

#### 4.3.1.3 Modelleme Problemlerinin Özellikleri

Öğrencilerin süreçte matematiksel modelleme problemlerinin özellikleriyle ilgili düşünceleri günlüklerdeki “Bugün yapılan etkinlik daha önce çözdüğünüz problemlere benziyor mu? Farklı olan yönlerini açıklar mısınız? (Lütfen düşüncelerinizi en az 4-5 cümleyle ifade ediniz)” ve Etkinliği çözüme yönteminizi anlatır mısınız? Çözüm yöntemi daha önce çözdüğünüz problemlere benziyor mu? (Lütfen düşüncelerinizi en az 4-5 cümleyle ifade ediniz) soruları yardımıyla alınmıştır. Öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerinin özellikleriyle ilgili algıları çözümlenmiştir. Matematiksel modelleme problemlerinin özellikleri alt temasıyla ilgili çözümlene sayısallaştırılarak frekansları aşağıdaki Tablo 4.39’da verilmiştir:

**Tablo 4.39 Matematiksel modelleme problemlerinin özelliklerine yönelik yüklemelerin frekans dağılımı**

| Kodlamalar                                       | Frekans |
|--|---------|
| Daha önce çözülen problemlere benzemeyen         | 113     |
| Gerçek yaşam problemleri                         | 24      |
| Daha karmaşık/karmaşık-uğraştırıcı problemler    | 19      |
| Açık uçlu sorular                                | 19      |
| Ayrıntılı düşünmeyi gerektirici                  | 17      |
| Meydan okuyucu                                   | 16      |
| Yorumlama gerektiren                             | 12      |
| Mantığa dayalı                                   | 9       |
| Ayrıntılı değerlere sahip                        | 8       |
| Bilgisayar ve hesap makinesi kullanımı şart olan | 8       |
| Bilgisayar kullanımı zorunlu                     | 8       |
| Çok boyutlu düşünme gerektiren                   | 6       |
| Çok sayıda veri setini işlemeyi gerektiren       | 5       |
| Zihinsel çalışma gerektirici                     | 4       |
| Zihinsel süreçlerin kullanıldığı yöntem          | 2       |
| Etkili sorular                                   | 1       |
| Analiz soruları                                  | 1       |
| Zaman alıcı                                      | 1       |

Tablo 4.39. incelendiğinde öğrenciler ilk defa matematiksel modelleme problemlerini çözdükleri görülmektedir. Onun için matematiksel modelleme problemleri öğrencilere farklı gelmiştir. Matematiksel modelleme problemlerini gerçek yaşamla ilgili, karmaşık ve uğraştırıcı, açık uçlu, ayrıntılı düşünmeyi gerektirici, çok boyutlu düşünmeyi gerektiren, çok sayıda veri setini işlemeyi gerektiren, meydan okuyucu, yorumlama gerektiren ve matematiksel mantığa dayalı problemler olarak görmektedirler. Öğrenciler ilk defa bir problemde bilgisayar ve hesap makinesi kullandıklarını ifade etmişlerdir.

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerinin özellikleriyle ilgili belirttikleri görüşleri şu şekildedir:

Hayır, bu etkinlik daha önce çözdüğüm problemlere benzemiyor. Sorular uzun ve uğraştırıcıydı. Biraz da mantığa dayalıydı. Zamanımızdaki matematik problemleri artık neredeyse ezbere dayanıyor (FLÖ-25,11-B, deney grubu, günlük,1.etkinlik).

Tam olarak değil. Burada bilgisayar ve hesap makinesi kullanıldı. Eğer kullanılmıyaydı çözmek çok zor olurdu. Daha önce bu şekilde problem çözmedim. (FLÖ-37,11-B, deney grubu, günlük, 1.etkinlik).

Hayır. Bu günkü etkinlik oldukça derin düşünmeyi gerektiren bir etkinlikti. Bu etkinlik hesap makinesi olmadan çok zor çözüldü. Soruyu çözmek için çok gerçekçi düşünmeliydik. (FLÖ-24, 11-B, deney grubu, günlük, 2.etkinlik).

Hayır. Bir matematik probleminden ziyade günlük bir problem gibiydi. (FLÖ-13,11-A, deney grubu, günlük, 2.etkinlik).

Daha önceki probleme benzemiyor. Sınıflandırma-karşılaştırma yapmamız gerekiyordu. Önemli olan en uygun takımı kurmaktı ve en son grupları oluşturduk. Ayrıntılı bir şekilde düşündük (FLÖ-33,11-B, deney grubu, günlük, 3.etkinlik).

Denklem oluşturma yönünden benziyor. Fakat daha önce bu tür problem çözmemiştim. Daha karmaşıktı. Yorumlama gereği vardı. (FLÖ-27, 11-B, deney grubu, günlük, 4.etkinlik).

Hayır benzemiyor. Büyük olasılıkla gerçek rakamlarla uğraştık. Varsayımların dışına da çıktık. Yer yer zorlandık. (FLÖ-28, 11-B, deney grubu, günlük, 4.etkinlik)

Hayır, benzemiyordu, değişik durumları göz önünde bulundurduk.(FLÖ-24,11-B,deney grubu, günlük, 5.etkinlik).

Benzemiyor. Yoruma açık bir problemdi. Hesap makinesi olmasa çözüm iyice zor olurdu. (FLÖ-32,11-B, deney grubu, günlük, 5.etkinlik).

Benzemiyor. İki ayrı kategoriye karşılaştırdık. (FLÖ-27,11-B, deney grubu, günlük, 6.etkinlik).

Daha önce çözdüğüm problemlere benzemiyordu. Kullandığımız denklemler çok küsuratlı sayılardan oluşuyordu. (FLÖ-12,11-A, deney grubu, günlük, 6.etkinlik).

Bu biraz farklıydı. Mantığı bulmak için zorlandık. Ama mantığın yanında işlemlerde karıştı (FLÖ-24,11-B, deney grubu, günlük, 7.etkinlik).

Hayır, ince ayrıntılar fazlaydı. Zorlayıcıydı. Yorum yapılabilecek bir soruydu. (FLÖ-28,11-B, deney grubu, günlük, 7.etkinlik).

Hayır benzemiyor. Normal kitaplarda olan matematik problemlerine pek benzemiyor. Daha çok mantık problemine benziyordu (FLÖ-13,11-A, deney grubu , günlük, 8.etkinlik).

Geometri kullandık. Bu yönden benziyor. Fakat bu tarz olarak çözmemiştim (FLÖ-27,11-B, deney grubu, günlük, 8.etkinlik).

Böyle ince ayrıntıları ilk olarak bu problemde gördüm. Zorlayıcı ve uğraştırıcıydı. Ayrıca yoruma açık bir soruydu (FLÖ-28, 11-B, deney grubu, günlük, 2.etkinlik).

Ucu açık bir problemdi. Belli kalıplara sokulabilecek bir çözümü yoktu (FLÖ-13, 11-A, deney grubu, günlük, 5.etkinlik).

...daha ayrıntılı düşünmeyi gerektiren hesap makinesi yardımı olmaksızın yapılması çok güç problemdi (FLÖ-29, 11-B, deney grubu, günlük, 2.etkinlik).

...Derin düşünmeyi gerektiriyordu, bu diğer problemlerde de vardı. Farklı olan yönüye bilgisayar kullanmayı zorunlu kılıyordu. (FLÖ-24, 11-B, deney grubu, günlük, 6.etkinlik).

Daha karmaşıktı. Çok yönlü düşünmemiz gerekti. Grup çalışması gereklidir. İşimizi kolaylaştırır. Ayrıntılı düşündük. (FLÖ-33, 11-B, deney grubu, günlük, 2. etkinlik).

Sonuç olarak öğrenciler, eğitim almakta oldukları matematik programında matematiksel modelleme problemlerini öğrenmediklerini belirtmişlerdir. Matematiksel modelleme problemleri matematiği geliştirmeyi amaçladığı birçok matematiksel becerinin gelişimini sağlayacak şekilde özelliklere sahiptir.

Öğrencilerin ifadelerinden matematiksel modelleme problemlerinin özellikleri elde edilmiştir. Matematiksel modelleme problemleri özel eğitimsel desen ilkeleriyle yapılandırılan problem çözme etkinlikleridir [34]. Matematiksel modelleme problemleri gerçekçi problemlerdir [25, 35, 52, 55, 85]. Modellemede alternatif keşif yolları vardır, tek bir cevap üretilmez [44, 85]. Matematiksel modelleme problemleri karmaşık ve zaman alıcıdır [221]. Sonuçta matematiksel modelleme problemleri gerçek, karmaşık, açık uçlu problemlerdir. Onları çözmeye problem çözmeye ve çok

boyutlu düşünmeye ihtiyaç duyulmaktadır [185]. Matematiksel modelleme problemlerinin özellikleriyle ilgili alan yazın ifadeleri örtüşmektedir. Öğrenciler ilk defa matematiksel modelleme problemlerini çözdüklerini ifade etmişlerdir. İlgili alan yazında fen lisesi öğrencileriyle yapılmış benzer bir çalışmaya bu bulgu paralelinde rastlanmamıştır.

#### 4.3.1.4 Matematiksel Modellemenin Matematik Eğitiminde Kullanımı

Öğrencilerin etkinlikler sonucunda matematiksel modellemenin matematik eğitiminde kullanımıyla ilgili düşünceleri son anketteki “Model oluşturma etkinlikleri matematik eğitiminde kullanılmalı mı? Kullanılmalıysa nasıl kullanılabilir? Kullanılmamalıysa neden?” sorusundan elde edilen verilerin incelenmesi yardımıyla çözümlenmiştir. Matematiksel modellemenin matematik eğitiminde kullanımı alt temasıyla ilgili çözümlene sayısallaştırılarak frekansları aşağıdaki Tablo 4.40’da verilmiştir:

**Tablo 4.40. Matematiksel modelleme etkinliklerinin matematik eğitiminde kullanımına yönelik yüklemelerin frekans dağılımı**

| <b>Kodlamalar</b>  | <b>Frekans</b> |
|--|----------------|
| <i>MOE Matematik Eğitiminde Kullanılmalı</i>                 | 24             |
| Ayrı veya seçmeli ders olarak uygulanabilir                  | 5              |
| Uygulamaya benzer olabilir                                   | 4              |
| Daha kolay ve anlaşılabilir kullanılabilir                   | 3              |
| İleri düzeyde matematikte kullanma (üniversite)              | 3              |
| Problem çözmeyi kolaylaştırıcı olması (kolay ve hızlı çözüm) | 3              |
| Ayrıntılı-karmaşık-uzun problemlerde kullanılmalı            | 2              |
| Ezber bozan matematiksel modelleme kullanılmalı              | 2              |
| Anlaşılması zor ve analiz gerektiren konularda               | 1              |
| Günlük hayatla ilişkili problemlerde                         | 1              |
| <i>MOE'nin bilişsel yararları</i>                            | 5              |
| MOE, bilişsel işlevleri geliştirir                           | 1              |
| MOE, çok boyutlu düşünme sağlar                              | 1              |
| MOE, matematiksel düşüncenin öğretilmesini sağlar            | 1              |
| MOE, öğrencilere yaratıcı düşünme olanağı sağlar             | 1              |
| MOE, tek boyutlu düşünmeyi engeller                          | 1              |



**Tablo 4.40'ın Devamı**

|  |    |
|--|----|
| <i>MOE'nin Problem Çözmede İşlev Görmesi</i>               | 3  |
| Problem çözmede teknolojinin kullanımını sağlar            | 2  |
| Problemlere karşı doğru tutum ve yöntemi sağlar            | 1  |
| Diğer derslere aktarılabilir                               | 1  |
| Matematiksel modelleme hakkında bilgi edinmek için yapılır | 1  |
| <i>MOE, Matematik Eğitiminde Kullanılmamalı</i>            | 12 |
| Sıkıcı-uğraştırıcı olması                                  | 4  |
| Zaman alıcı  | 3  |
| Ortaöğretim düzeyine ağır                                  | 3  |
| Matematik eğitimine yönelik ön yargı                       | 2  |
| <i>MOE'nin Kullanılmasına Engeller</i>                     | 7  |
| Eğitim sistemi   | 4  |
| Teknolojik alt yapı  | 2  |
| Teknoloji kullanımını tam olarak bilmeyen öğretmenler      | 1  |

Tablo 4.40. incelendiğinde öğrenciler matematiksel modelleme etkinliklerinin matematik eğitiminde kullanılmasını uygun görmekte-dirler. Matematik eğitiminde uygulamaya benzer veya seçmeli ders kapsamında uygulanması gerektiğini belirtmişlerdir. Matematiksel modelleme etkinliklerinin birçok bilişsel beceriyi desteklediğini, teknolojinin problem çözmede kullanımını sağladığını ifade etmişlerdir. Matematiksel modelleme etkinliklerinin olumsuz yanı uzun zaman alması ve karmaşıklığından dolayı uğraştırıcı olmasıdır. Matematiksel modelleme etkinliklerine engel olan durumlar olarak eğitim sistemi, teknolojik alt yapının eksikliğiyle teknolojiyi kullanamayan öğretmenler olarak görülmektedir.

Öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerinin matematik eğitiminde kullanılmasıyla ilgili belirttikleri görüşleri şöyledir:

Günümüz matematiğinde model oluşturma etkinlikleri kullanılmıyor. Ama bence kullanılmalıdır. En azından bir ders ayrılabilir (FLÖ-37, 11-B, deney grubu, son anket)

Kullanılmalı. Ayrı bir ders olarak lisede gösterilmelidir. (Batuhan,11-B,son anket). Kullanılabilir. Bizim üzerimizde uygulandığı şekilde olabilir. (FLÖ-7, 11-A, deney grubu, son anket).

Problem daha iyi ve kolay anlaşılır. Bu nedenle kullanılmalıdır (FLÖ-6, 11-A, deney grubu, son anket).

Model oluşturma etkinlikleri matematik eğitiminde kullanılmalđ. Kolaylık sağlıyor. Zor bir problemin çözümünde kurulan model kolaylık sağlıyor (FLÖ-2, 11-A, deney grubu, son anket).

Kullanılmalđ. Problemler daha çok günlük hayatla ilişkilendirilmeli. Problemler daha çok anlamlđ gelir bu şekilde (FLÖ-4, 11-B, deney grubu, son anket).

Kullanılmalđ. Çünkü günümüz eğitim sisteminde öğrenciler bazı konularda kısıtlanıyor ve yaratıcı düşünme imknları olmuyor. Matematiksel modelleme kullanarak yaratıcı düşünme imkanı sağlamalı. (FLÖ-14, 11-A, deney grubu, son anket).

Model oluşturma etkinlikleri matematik eğitiminde kullanılmalđ. Bu bizim matematiğe tek bir açıdan bakmamıza engel olur (FLÖ-9,11-A,deney grubu, son anket).

Ama önünde SS (YGS) gibi sınav olan öğrenciler bununla uğraşmak istemez ve geçiştirmeye çalışır. Eğer bu yöntem kullanılacaksa bu yöntemdeki başarıyı ölçecek bir sınav gerekli (FLÖ-12, 11-A, deney grubu, son anket).

Hayır kullanılmamalđ. Çünkü Türkiye'deki milli eğitim bakanlığının bu uygulamayı kaldıracak alt yapısı yok. Bu uygulama ciddi bir teknolojik destek ve teknolojiden anlayan öğretmenler gerektiriyor. Bu şartlarda Türkiye'de yok (FLÖ-16, 11-A, deney grubu, son anket).

Sonuç olarak öğrenciler matematiksel modelleme etkinliklerinin matematik eğitiminde yer almasından yana bir tutum göstermişlerdir. Bu durum matematiksel modellemenin matematik eğitiminde yer alması gerektiğiyle ilgili alın yazındaki görüşleri destekler niteliktedir. Hock (2008)'un çalışmasına katılan matematik öğretmenleri matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanmasını ortaöğretim öğrencileri için uygun görmüşlerdir [51]. Keskin, Arıkan ve Bulut (2006)'nın çalışmasına katılan matematik ğretmeni adayları öğretmenlik yaparken matematiksel modelleme etkinliklerine öğretimde yer vereceklerini ifade etmişlerdir [222]. Lingefjrd (2002)'nin çalışmasındaki İsveli ğretmen adayları matematiksel modelleme sürecinden memnun kalmışlardır [213]. Elde edilen bulgular alanyazınla uyumaktadır. Ayrıca ğrenciler matematiksel modelleme etkinliklerinin bilişsel yararlarını ifade etmişlerdir. Alan yazında olmayan görüşleri belirtmişlerdir. Problem çözmede getirdiği üstünlükleri belirtmişlerdir.

### 4.3.2 Matematiksel Modelleme Süreci

Öğrencilerin süreçte ve süreç sonunda matematiksel modelleme aşamalarını nasıl geçtikleri, grup çalışmasıyla matematiksel modellemenin yapılmasını nasıl gördükleri, süreçte yaşadıkları zorluklar, matematiksel modelleme etkinliklerinde matematik öğretmenin ve öğrenci olarak kendi rollerini nasıl algıladıkları analiz edilmiştir. Çözümlemelerin sırası, alt temalar olarak, matematiksel modelleme aşamaları, grup çalışmasının özellikleri, süreçte matematik öğretmenin rolü, süreçte öğrencilerin rol algısı olarak oluşmuştur.

#### 4.3.2.1 Matematiksel Modelleme Aşamaları

Öğrencilerin etkinlikler süresince ve etkinlikler sonucunda matematiksel modelleme aşamalarına/çözüm yöntemine yönelik görüşleri günlüklerdeki sorular yardımıyla alınarak çözümlenmiştir. Matematiksel modelleme etkinliklerindeki matematiksel modelleme aşamalarının çözüm yöntemine, matematiksel modelleme aşamaları/çözüm yöntemi alt temasıyla ilgili çözümlene sayısallaştırılarak frekansları aşağıdaki Tablo 4.41’de verilmiştir:

**Tablo 4.41. Matematiksel modelleme aşamalarına/çözüm yöntemine yönelik yüklemelerin frekans dağılımı**

| <b>Kodlamalar</b>  | <b>Frekans</b> |
|--|----------------|
| <i>Matematiksel modelleme aşamalarına yönelik</i>                              | <i>191</i>     |
| Karşılaştırma yapma  | 25             |
| En iyi/uygun/doğru çözümü/yöntemi seçme  | 21             |
| Bilgisayar programıyla denklem kurup çözüme ulaşma                             | 18             |
| Bilgisayar programıyla denklem oluşturup yorumlayıp çözme                      | 17             |
| Matematiksel mantık yürütme/kullanma   | 15             |
| Gruplandırma yapma   | 15             |
| Bilgisayar ve hesap makinesi yardımıyla denklem kurup grafik oluşturarak çözme | 15             |
| Veri işleme  | 12             |
| Sınıflandırma yapma  | 10             |
| Matematikleştirme  | 7              |
| Veriler arası ilişki kurma   | 7              |
| Matematiksel olarak çalışma  | 6              |

**Tablo 4.41'in Devamı**

|  |            |
|--|------------|
| Verileri değerlendirme   | 6          |
| Denklem kurup sonuca gitme   | 5          |
| Modelleme kullanma   | 3          |
| Yorumlama  | 3          |
| Dengeleme  | 3          |
| Verileri en iyi/doğru şekilde kullanma   | 2          |
| Zihin modeli yapma   | 1          |
| <i>Problem çözme becerilerinin kullanımına yönelik</i>                           | <i>105</i> |
| Daha önce böyle bir problem çözme yöntemi kullanmadım/yeni problem çözme yöntemi | 52         |
| Gerçek hayat problemi çözümü kullanma  | 22         |
| Problem çözme adımlarını kullanma  | 21         |
| Deneme yanılma ile problemi çözme  | 5          |
| Benzer problemlerin çözümünden yararlanma  | 2          |
| Taslak kullanma  | 2          |
| Denklem çözme mantığını kullanma   | 1          |
| <i>Yaratıcı problem çözme becerilerinin kullanımına yönelik</i>                  | <i>14</i>  |
| Daha ayrıntılı düşünme   | 4          |
| Çok boyutlu düşünme  | 3          |
| Çözüm meydan okuyucu   | 3          |
| Farklı düşünme yollarını düşünme   | 2          |
| Bakış açısını genişleterek rahat çözme   | 1          |
| Düşündürücü işlemler   | 1          |
| <i>Grup çalışmasına yönelik</i>  | <i>18</i>  |
| Grup çalışmasıyla çözme  | 11         |
| Fikir alışverişi yaparak çözme   | 5          |
| Tartışma ortamında ortak çözüme varma  | 2          |
| <i>Teknoloji kullanımı</i>   | <i>69</i>  |
| Bilgisayar ve hesap makinesi kullanma çözümü kolaylaştırıcı                      | 29         |
| Daha önce bilgisayar ve hesap makinesiyle çözüm yapmama                          | 21         |
| Bilgisayar ve hesap makinesi çözümü kolaylaştırıcı                               | 19         |

Tablo 4.41 incelendiğinde öğrencilerin matematiksel modelleme döngüsünün matematikleştirme kısmında daha çok zaman harcadıkları görülmektedir. Matematikleştirme ve matematiksel olarak çalışma aşamalarında matematiksel düşünce ve matematiksel muhakeme becerilerinden etkin bir biçimde yararlanmışlardır. İstatistiksel verilerin modellenmesi aşamasında bilgisayar programı yardımıyla gerçek modeli matematiksel model formatına getirebilmişlerdir. Bilgisayar yazılımı ve hesap makinesi çok sayıda verinin işlenmesi ve hesaplanması yükünü azaltmıştır. Öğrenciler matematiksel modelleme etkinliklerinde problem çözme becerilerini aktif olarak kullanmışlardır. Öğrenciler daha önce gerçek hayat

problemlerini çözmediklerinden matematiksel modelleme problemleri ilk kez karşılaşılan problemler olarak algılanmıştır. Gerçek yaşam problemlerini çözerken problem çözme adımlarından faydalanmışlardır. Öğrenciler gerçek modelden matematiksel modele geçerken çok boyutlu düşünme becerilerini, matematiksel sonuçlardan gerçek sonuçlara geçişte tek boyutlu düşünme becerilerini daha çok kullanmışlardır. Ayrıca ayrıntılı düşünme becerilerinden tüm süreç boyunca yararlanmışlardır. Böylelikle öğrenciler yaratıcı problem çözme becerilerini süreçte etkinleştirmişler ve bu becerilerini geliştirmişlerdir. Öğrenciler grup çalışması ve teknoloji kullanımıyla matematiksel modelleme problemlerini daha rahat çözmüşlerdir.

Öğrencilerin matematiksel modelleme aşamalarını kullanımıyla ilgili görüşleri şöyledir:

İki ayrı kategoriye karşılaştırarak mantıklı ve net sonucu bulmaya çabaladık. Denklem kurduk (FLÖ-27, 11-B, deney grubu, 6.Etkinlik).

Sorudaki verileri “ curve expert” programında yazarak grafikleri elde edip oradan da denklemlere ulaştık. Daha önce çözdüğüm problemlere benzemiyor. Çünkü virgülden sonra çok basamağı olan sayılarla uğraştığımız için bilgisayar ve hesap makinesinden yararlandık. Daha önce çözdüğüm problemlerde bilgisayar veya hesap makinesi kullanmamıştım (FLÖ-30, 11-B, deney grubu, 1.Etkinlik).

Dört işlemde yararlanarak verileri kendimce başka verilere çevirdim. Bu veriler üzerinde mantık yürüttüm. Her bakış açısının sonucunu ayrı ayrı not ettim. En uygun olanını bulup arkadaşlarla karar kıldık. Daha önceki problemlere hiç benzemiyor (FLÖ-29,11-B, deney grubu, 5.Etkinlik).

Etkinliği çözerken maliyeti düşük olan masaları seçip, kapasiteyi arttırmaya çalıştık. Çözdüğümüz problem daha önce çözdüklerimize benzemiyor. Önceden çözdüğümüz problemlerde, problemi pratikte çözüyorduk. Şimdi bunun uygulamasını yaptık (FLÖ-3, 11-A, deney grubu, 2.Etkinlik).

Sınıflandırma- karşılaştırma-gruplandırma-düzenleme ile çözdük. Benzemiyor (FLÖ-34, 11-B, deney grubu, 3.Etkinlik).

İlk önce mantığı bulmak için gruptaki arkadaşlarla fikir alış-verişi yaptık. Mantığı bulduktan sonra iş hesap makinesine ve biraz dikkatli olmaya kalıyordu (FLÖ-24, 11-B, deney grubu, 7.Etkinlik).

Etkinliği bir dizi işlem sırasını takip ederek grup çalışmasıyla çözdük (FLÖ-21, 11-A, deney grubu, 4.Etkinlik)

Yorum yaparak soruyu kendi arasında ilişkilendirdik. Bu konuda diğerlerine benzemiyor. İlişkiyi sağladıktan sonra rahat bir şekilde çözdük (FLÖ-34, 11-B, deney grubu, 1.Etkinlik).

Öğrenciler matematiksel modelleme aşamalarından geçmişlerdir. Öğrencilerin yaptıkları bilişsel işlemler aşağıdaki diyalogdan daha iyi görülebilir:

- ...
- (66) FLÖ-17: O zaman benzer özellikleri önce yapalım.
- (67) FLÖ-15: Tamam.
- (68) FLÖ-17: (Bir oyuncunun özelliğini okuyarak) Muhteşem sıçrayıcıyı diyor? İyi sıçrayıcıysa blok yapmaz mı?
- (69) (Ataya dönerek sordu)
- (70) FLÖ-17: Hem de iyi öldürücü vuruş yapar, bu iyi o zaman.
- (71) ( FLÖ-12 ise ikinci kâğıtta ki sorulara odaklanmış durumda.)
- (72) (FLÖ-17 oyuncuların özelliklerini hafifçe yüksek sesle okuyor. Öncelikle güçlü ve iyi oyuncuları seçmeye çalışıyorlar. Bu özellikteki oyuncuların yanına “+” koyuyorlar.)
- (73) FLÖ-17: Ne oluyor burada? Şu oyuncuya eşdeğerde bir şey?
- (74) ( FLÖ-17, grubun yönlendirici konumunda bu zamanda. Üç kişiyi belirledi. Her iki sayfadaki aynı oyunculara işaret koyarak)
- (75) FLÖ-17: Şunlara baksak yaaa...Amy, Kim, Ruth.
- (76) ( Üç kişiyi incelediler.)
- ....
- (87) FLÖ-17: Bence var yaa, öldürücü vuruş sayı; geri dönmeyen plase sayı... Şu ikisinin çok olanları bakalım.
- ...
- (97) FLÖ-15: Bunda mesela iki tane bir şey yapmış...
- (98) ( İkinci sıradaki Beth'i gösteriyor.)
- (99) FLÖ-17: İki tane öldürücü vuruş.
- (101) FLÖ-12: En yükseğe Amy zıplıyor değil mi?
- (102) FLÖ-15: Efendim...
- (103) FLÖ-12: En yükseğe...
- (104) (FLÖ-12, başka bir yönden de ele almaya çalışıyor.)
- (105) FLÖ-17: ( Amy'i kastederek) Ama şunun boyunu şey yapıyor. Blok yapar en azından.
- (106) (Eliyle işaretliyor.)
- (109) FLÖ-17: Tamam işte bunu en öne kayacaksın blok yapacak.
- (110) FLÖ-17: Gerçi boyu avantajlı. (Jill'i göstererek) Gerçi bunun da boyu avantajlı bunu niye yazma gereği duymuşlar
- (111) FLÖ-15: 2 metrelik boyu olan var.
- ...
- (114) FLÖ-15: Savunmacıları bulsak...
- (115) FLÖ-15: Sayı vermiş eksi bir. ( Bir oyuncuyu gösteriyor.)
- (116) FLÖ-17: Şimdi biz böyle ancak smaçör bulabiliriz. Smaçörleri...
- (117) FLÖ-17: Ana ne yazmışlar, başarısız takımlardan gelmiş, direk çok kötü yani.
- (118) FLÖ-15: Evet.
- (119) FLÖ-15: Ama 10 yapmış.
- (120) FLÖ-17: Servis bak.
- (121) FLÖ-15: Hiç öldürücü vuruşu yok.
- (122) FLÖ-17: Bunları ayıracağız.
- (123) FLÖ-15: Hı hı tamam.
- .....

Etkinlik 3'ten alınan yukarıdaki konuşma örneğinde öğrenciler karşılaştırma, ayırma, sınıflandırma ve gruplandırma yapmaktadırlar. Öğrenciler veriler arasında

karşılaştırma yapmaktalar, daha sonra verileri birbirinden ayırarak sınıflandırma yoluna gitmekte, en son da sınıflandırdıkları verileri gruplayarak yorumlamaktadırlar. Elde edilen bu bulgular Tablo 4.41'deki kodlamalarla uyuşmaktadır.

Öğrenciler matematiksel modelleme sürecinde çok boyutlu muhakeme ve tek boyutlu muhakemeyi [63] aktif olarak kullanmışlardır. Hock (2008)'in çalışmasında matematik öğretmenleri matematiksel modelleme etkinliklerinin özelliklerinden biri olarak yaratıcı problem çözme olduğunu açıklamışlardır [59]. Elde edilen bulgular alanyazındaki bu çalışmalarla uyuşmaktadır. Bu araştırmada öğrencilerin matematiksel modelleme aşamalarında kullandıkları matematiksel süreçler ortaya çıkarılmıştır. İlgili alanyazında bu süreçlerin açıkça ortaya konduğu araştırmaya rastlanmamıştır. Öğrenciler ilk kez matematik problemlerini çözerken teknolojiyen faydalandıklarını belirtmişlerdir.

#### **4.3.2.2 Grup Çalışması**

Öğrencilerin etkinlikler süresince ve etkinlikler sonucunda matematiksel modelleme etkinliklerinin gruplar halinde çözülmesine yönelik görüşleri günlükteki “Etkinliğin grup çalışmasıyla yapılmasını nasıl değerlendiriyorsunuz? (Lütfen düşüncelerinizi en az 4-5 cümleyle ifade ediniz)” ve son anketteki “Model oluşturma etkinlikleri sırasında grupla problem çözme hakkında ne düşünüyorsunuz?” sorularından edinilmiş verilerin çözümlenmesiyle, elde edilmiştir. Matematiksel modelleme etkinliklerinin grup çalışması halinde yapılması, matematiksel modelleme etkinliklerinde grup çalışmasının özellikleri alt temasıyla ilgili çözümlenme sayısallaştırılarak frekansları aşağıdaki Tablo 4.42'de verilmiştir:

**Tablo 4.42. Matematiksel modelleme etkinliklerinde grup çalışmasının özelliklerine yönelik yüklemelerin frekans dağılımı**

| <b>Kodlamalar</b>  | <b>Frekans</b> |
|--|----------------|
| <i>Problem Çözmedeki Yararları</i>                               | 263            |
| Daha rahat-hızlı-anlayarak çözme                                 | 70             |
| Grup çalışması problemi çözmeyi kolaylaştırıcı                   | 43             |
| Fikir alışverişi/paylaşımı yapma                                 | 38             |
| İş-görev paylaşımı   | 33             |
| Ortak çözümü bulmada en doğru/en iyi çözüm yöntemini ortak seçme | 19             |
| Çözümü bulmada fikirler için tartışma ortamı sağlama             | 17             |
| İşbirlikli öğrenme   | 10             |
| Yanlışları çabuk fark edip düzeltme/yanlışları azaltıcı          | 9              |
| Birlikte yorumlama/yorumlamada yararlı                           | 6              |
| Çok boyutlu düşünme sağlayan                                     | 6              |
| Bilgi paylaşımı  | 4              |
| Beyin fırtınası yapma  | 2              |
| Zaman kaybını azaltıcı   | 2              |
| Planlamada işe yarama  | 2              |
| Yeni yöntemler öğrenme   | 2              |
| <i>Grup Çalışmasına Yönelik Tutumlar</i>                         | 80             |
| Grup çalışması iyi   | 28             |
| Olumlu   | 14             |
| Faydalı  | 12             |
| Eğlenceli  | 11             |
| Daha verimli   | 10             |
| Grup çalışması güzel   | 5              |
| <i>Sosyal Becerilerin Kazanımı</i>                               | 72             |
| Birlikte çalışma duygusunu geliştirici yöntem                    | 48             |
| Yardımlaşma  | 16             |
| Sosyalleşme sağlama  | 8              |
| <i>Demokrasi Algısının Kazanımı</i>                              | 31             |
| Farklı fikirleri ortaya/iyi görme                                | 23             |
| Demokratikleşme  | 5              |
| Başkasını fikirlerini değerli görme                              | 3              |
| <i>Olumsuz yüklemeler</i>  | 20             |
| Bireysel de olabilirdi gerek yoktu                               | 16             |
| Fark etmez   | 4              |

Tablo 4.42 incelendiğinde, olumlu yüklemeler grup çalışmasının problem çözmedeki yararları, grup çalışmasına yönelik olumlu tutumlar, olumlu sosyal becerilerin kazanımı ve demokrasi algısının kazanımının arttığı görülmektedir. Grup çalışması öğrencilerin daha hızlı, rahat ve anlayarak çözmelerini sağlamış, matematiksel modelleme sürecini kolaylaştırmıştır. Öğrenciler matematiksel modelleme sürecine yönelik olumlu tutum sergilemişlerdir. Grup çalışması onlar için



birlikte çalışma duygusunu geliştirici bir yöntem olmuştur. Öğrenciler demokratik bir ortamda tartışarak problemlerin çözümünü gerçekleştirmişlerdir. Olumsuz olan tek şey öğrencilerin bazı etkinliklerin bireysel de yapılabileceğini belirtmeleridir.

Öğrencilerin matematiksel modellemede grup çalışmasının özelliklerine yönelik düşünceleri şu şekildedir:

Grupla çalışma bu projenin en faydalı ve en eğlenceli kısımlarından biriydi. Paylaşmayı, dostluğu, arkadaşlığı tattırdı.(FLÖ-1, 11-A, deney grubu, son anket).

Farklı fikirlerin gelişi problemi daha kolay çözmemizi ve grup olarak çalışmayı öğrenmemizi sağladı. (FLÖ-23, 11-A, deney grubu, son anket).

Birlikten kuvvet doğar ilkesine katılıyorum. Beraber çözdük ve çok daha etkili, çabuktu. Bazı şeyleri birbirimizden öğrendik ( FLÖ-33,11-B, deney grubu, son anket).

Yardımlaşarak farklı fikirleri harmanlamaktayız. Bu az modelleme ya da herhangi bir konuda sonucu mükemmele yaklaştırmak için en doğru olandır (FLÖ-24,11-B, deney grubu, son anket).

En olumlu düşüncelerim bu konuda oldu. Birbirimize yardım ettik. İşbölümü yaptık. Farklı açılardan soruları irdeledik (FLÖ-28,11-B,deney grubu, son anket).

Grup halinde çalışmak çok avantaj sağladı. Hem bu etkinliğe sosyal bir yön kattı, hem de görüş zenginliği kattı. Hataların giderilmesini sağladı. İlk defa uygulanan böyle bir etkinliğin zorluğunu giderdi. (FLÖ-29,11-B, deney grubu, son anket).

Grupla çözülmeli. Çok yönlü, eleştirel ve çabuk çözmemizi sağladı. Ayrıca arkadaşlarımızla yapınca daha eğlenceli oldu (FLÖ-35,11-B, deney grubu, son anket).

Herkesin görüşünü dinleyerek sorulara farklı açılardan bakabiliyoruz. Daha pratik yöntem bulabiliyoruz. Grupla çalışma çok da iyi. (FLÖ-32, 11-B, deney grubu, son anket).

Grupla problem çözerken karşılıklı bilgi alış verişi yaptığımızdan problemi daha kolay çözdük. Daha kısa bir sürede çözdük (FLÖ-18, 11-A, deney grubu, son anket).

Ayrıca sorulan problemlere herkesin bakış açısı farklı olduğundan soruyu birçok yönden ele alabiliyorsunuz. Ayrıca iş bölümü yapmak problemin çözümünü kolaylaştırıyor (FLÖ-31, 11-B, deney grubu, son anket).

Bunlar bizi bu bağlamda, grupla problem çözme meselesi hayata hazır hale getirmiş olabilir. İşbirliği çok önemli.”Akıl akıldan üstündür.” Prensibini bu gruplaşma ve ortaklaşa çözüm kanıtlamış oldu (FLÖ-22, 11-A, deney grubu, son anket).

Grupla yapılması iyi bir şey tabii. Tartışma ortamı ve farklı fikirler son derece sağlıklı bir çözüm oluşturur (FLÖ-25, 11-B, deney grubu günlük, 3.etkinlik).

Olumlu bakıyorum. Verim arttı. Yanlışlarımızı düzelttik. Doğruyu bulmaya çalıştık( FLÖ-28, 11-B,deney grubu, günlük, 6.etkinlik).

Bu yaptığımız etkinliklerde grup çalışması yaparak gerek fikir alış-verişi yaptık, gerekse de işlemlerde birbirimize yardımcı olduk (FLÖ-20, 11-A, deney grubu günlük, 6.etkinlik)

Grup çalışması ile yapılması olumlu oldu (FLÖ-12,11-A,deney grubu, günlük-7.etkinlik).

Görev paylaştık. Birbirimize yardım ettik. Fikirler sunduk. Çözümü hızlandırdık (FLÖ-34,11-B, deney grubu, günlük, 8.etkinlik)

İşbirliği ön plana çıkıyor. Daha rahat ve hızlı hareket etmeyi sağladığı gibi yanlışların çabuk fark edilip düzeltilmesini olumlu yönde etkiliyor. Ayrıca öğretmen açısından da olumlu sonuçlar doğurduğuna inanıyorum (FLÖ-30, 11-B, deney grubu, günlük, 2.etkinlik).

Çok iyi insanların ortaklaşa çalışması ileriki iş hayatında başarılı olmasını sağlar. Ayrıca takım çalışmasını güçlendirir (FLÖ-16, 11-A, deney grubu, günlük, 2.etkinlik).

Grup çalışması özellikle gerekliydi. Önemli olan burada en doğru mantığı bulmak için değişik fikirlerdi. Bu çalışmayı bu şekilde yaptık (FLÖ-24, 11-B, deney grubu, günlük, 5.etkinlik).

Grupla yapılması güzeldi. Görevleri paylaştık ve çabuk bitirdik (FLÖ-8, 11-A, deney grubu, günlük, 1.etkinlik).

Bu problem sözel bir problem olduğu için grup çalışmasıyla yapılması iyi oldu. Karşılıklı düşünce alış-verişi bu problemi çözmeye yararlı oldu (FLÖ-18,11-A,deney grubu, günlük,3.etkinlik).

Öğrenciler grup çalışmasına ilişkin olarak çok sayıda yüklemelerde bulunmuşlardır. Aşağıdaki etkinlikte geçen diyalog da bu yüklemelerden bazıları görülebilmektedir:

- (1) (Birlikte soruyu okuyorlar.)
- (2) FLÖ-15: Yani bu eşyaları yerleştireceğiz.  
...
- (6) FLÖ-15: O zaman deneyerek yapmaktan başka şansımız yok.
- (7) FLÖ-12: Öyle bulunmuyor, bazı şartları var.
- (8) FLÖ-15: Şekil falan mı çizsek.
- (9) FLÖ-12: Çizelim bakalım.
- (10) ( FLÖ-12, 10 metreye 15 metre bir dikdörtgen çiziyor.)
- (11) FLÖ-15: Mesela ilk başta her birinin alanını bulsak, alan başına düşen birim fiyat hangisinde yüksekse önce ondan başlasak. En ucuzu istiyor yaa, gerçi nasıl bulacağız?  
...
- (14) (İlk önce yuvarlak masanın alanını hesapladılar. Burak hesap makinesiyle hesaplama yapıyor.)  
...

- (22) ( Dikdörtgen masanın alanını hesaplamaya geçtiler, hesap makinesini Burak kullanıyor.)
- ...
- (31) FLÖ-12: Bu 4 sandalyenin fiyatı mı yoksa her sandalyenin fiyatı mı?  
(32) (Araştırmacıya soru yöneltiyor)  
(33) Araştırmacı: 4 sandalyenin fiyatı.  
(34) FLÖ-12: Bir sandalyenin birim fiyatı 48,5 çıkıyor. Yazalım.  
(35) ( FLÖ-15 da not alıyor)
- ...
- (41) FLÖ-15: O zaman alanı paraya bölüp?  
(42) FLÖ-12: Parayı alana bölmeyecek miyiz?  
(44) FLÖ-15: Parayı alana bölersek 1 liraya ne kadar alanın düştüğünü bulmaz mıyız?  
(45) (FLÖ-12, bir süre gözlerini daha uzak bir noktaya dikerek düşündü.)  
(46) FLÖ-12: Doğru.  
(47) FLÖ-12: Diğer taraftan da çıkabilir.  
(48) (FLÖ-12 birim fiyatı hesaplamak için bazı işlemler yaptı. Yuvarlak masa için 1 lira için ne kadar alan düştüğünü hesapladı.)
- ...
- (52) FLÖ-12: Yani 1 lirası kaç santimetre kare.  
(53) FLÖ-15: Haaa. Keşke senin dediğin gibi yapsaydık.  
(54) FLÖ-12: Tamam, öyle yapalım.
- ....
- (57) FLÖ-12: O zaman bir santimetre kare kaç lira?  
(58) ( Öğrenciler izledikleri çözüm yolu tamamen değiştirdiler, Bu sefer birim olarak santimetre kare aldılar ve fiyatı alana böldüler.)
- ...
- (71) (Elde edilen veriler göz önüne alınarak.)  
(72) FLÖ-12: Tüm değerler birbirine yakın.  
(73) FLÖ-15: evet.
- ...
- (77) FLÖ-15: En az olan ne öncelikle? Açılır kapanır dikdörtgen masa.  
(78) FLÖ-12: Onu kullanalım.  
(79) (FLÖ-15, çizdikleri dikdörtgeni göstererek)  
(80) FLÖ-15: Öncelikle onu bir köşeye yerleştirecek miyiz? Ne yapacağız?  
(81) FLÖ-12: Şimdi alandan çıkarsak o zaman da olmaz ki? Şimdi boyutları farklı...  
(82) FLÖ-15: Eşit alanlara şekil üstünden mi yerleştirsek?  
(83) FLÖ-12: Öyle yapalım o zaman.  
(84) FLÖ-15: O zaman her birini kullanacak mıyız?  
(85) ( FLÖ-12 ve FLÖ-15 birbirine bakarak bir süre düşündüler.)
- ...

Yukarıda 2. etkinlikte metinde geçen ifadelerle göre öğrenciler problemi deneme yanılma yoluyla yapmaya çalışmışlardır. Problemi fikir alış verişi yaparak, işbirlikli çalışarak, çözümü bulmada fikirler için tartışma ortamı sağlayarak, birlikte yorumlama ve beyin fırtınasıyla grup çalışmasının kolaylaştırıcı rolüyle çözmeye çalışmışlardır. Elde edilen bulgular yukarıdaki Tablo 4.42 deki kodlamalarla uyuşmaktadır.

Grup çalışmasının problem çözme becerilerinin gelişimini desteklediği görülmüştür. Öğrenciler grup çalışmasına yönelik olumlu tutum sergilemişlerdir. Grup çalışması sosyal becerilerin kazanımını geliştirmiş ve demokrasi algısının kazanımında etkili olmuştur.

İşbirlikli grup çalışmaları matematiksel modelleme etkinliklerinde sıkça kullanılmaktadır [ 51, 56, 72, 213]. Modelleme grup çalışmalarıyla beraber matematiksel dilin kullanımını ve araçlarını geliştirir. Matematiksel modelleme matematiksel olarak iletişim yeteneğini geliştirir, bilişi etkin hale getirir [ 73, s.276-278]. Grup çalışması çözümü kısa zamanda gerçekleşmesini sağlar [70]. Grup çalışmasında problemi çözen kişilerin farklı deneyimlere sahip olmaları sinerji oluşturur [71]. Gruplar öğrenciler için güzel bir sosyal çevredir [44, s.298-300, 50]. Elde edilen bulgular ilgili alanyazınla örtüşmektedir. İlgili alanyazından farklı olarak grup çalışması demokrasi algısının gelişmesine katkıda bulunmuştur. Öğrenciler grup çalışmasına yönelik olumlu tutum sergilemişlerdir.

#### 4.3.2.3 Öğretmenin Rolü

Öğrencilerin etkinlikler süresince matematik öğretmenin nasıl rol oynadığı son anketteki “Model oluşturma etkinliklerinde öğretmenin rolünü nasıl görüyorsunuz?” sorusu yardımıyla alınmış ve çözümlenmiştir. Matematik öğretmenin matematiksel modelleme sürecindeki rolü temasıyla ilgili çözümleme sayısallaştırılarak frekansları aşağıdaki Tablo 4.43’te verilmiştir:

**Tablo 4.43. Matematik öğretmenin matematiksel modelleme sürecindeki rolüne yönelik yüklemelerin frekans dağılımı**

| Kodlamalar                                     | Frekans |
|--|---------|
| Rehber-Yönlendirici                            | 19      |
| Kolaylaştırıcı- yardımcı                       | 16      |
| Bilgisayar kullanmayı öğreten ve yardımcı olan | 6       |
| Modellemeye hakim                              | 4       |
| Öğrencilere değer veren                        | 1       |
| Öğrencilerle iyi iletişime sahip               | 1       |
| Sabırlı  | 1       |

Öğretmenin en önemli özelliği süreçte rehber/yönlendirici rol oynamasıdır. Öğrencilerin tıkanıklar yaşadıkları yerlerde yaşadıkları tıkanıkları açarak araştırmacı önemli rol oynamıştır. Bu özelliğiyle matematiksel modelleme etkinliklerini kolaylaştırıcı ve öğrencilere yardımcı roller üstlenmiştir. Sonuç olarak öğrenciler tarafından araştırmacının sürecin başından sonuna kadar modelleme etkinliklerinde bir matematik öğretmenin yapması gereken rolü yansıttığı gözlemlenmiştir. Öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerinde matematik öğretmenlerinin rolüyle ilgili görüşleri aşağıda verilmiştir:

Öğretmen bu etkinliklerde bizi yönlendirdi ve bize yardımcı oldu. Anlamadığımız noktalarda kanaatine, düşüncelerine, fikirlerine başvurduğum. Faydalandığımı da söyleyebilirim. Bunun ötesinde yorum yapmak lüzumsuz (FLÖ-22,11-A,deney grubu, son anket).

Öğretmenin rolü oldukça önemlidir. Çünkü öğrencinin anlamadığı ya da yanlış yaptığı yerde gerekli müdahaleyi yapabilir. Bu da öğrencinin yanlış yönlendiğini engeller (FLÖ-24, 11-B, deney grubu, son anket).

Öğretmenin bize yol göstermesi çok önemli. Yoksa biz böyle bir çalışma yapmazdık. BU araştırmanın sonucunda model oluşturma konusunda fikrimiz ve deneyimimiz oldu (FLÖ-9, 11-A, deney grubu, son anket).

Öğretmen bizim çalışmalarımızı izleyip bizi yönlendirdi. Önemli bir rolü vardı (FLÖ-21, 11-A, deney grubu, son anket).

Başrol öğretmenindi. Yol gösterdi, yapmamız gerekenleri öğretti. Bilgisayarlı matematikle tanıştırdı ve gerektiği zaman yardım etti (FLÖ-28, 11-B, deney grubu, son anket).

Model oluşturma etkinliklerindeki programları kullanmada, problem çözümlerinde yardımcı biri olarak görüyorum (FLÖ-2, 11-A, deney grubu, son anket).

Bize problemi çözmeye yol gösterir. Bilgisayar programını öğretir. (FLÖ-6, 11-A, deney grubu, son anket).

Öğretmenin rolüne ilişkin yüklemeler yukarıda örnekleriyle verilmiştir.

Aşağıdaki etkinlikle ilgili diyalogda öğretmenin rolü daha iyi ortaya çıkmaktadır:

- (90) ( İlk denklemleri kontrol ediyorlar. Araştırmacıya ilk denklemleri gösteriyorlar.)
- (91) Araştırmacı: İlk denklem nedir?
- (92) FLÖ-15:  $100000+3000x$
- (93) Araştırmacı: İlk yılı düşünürsek denklem farklı olabilir mi?
- (94) FLÖ-12: Nasıl yani.
- (95) Araştırmacı:  $97000+3000x$  olarak düşünebilir miyiz?
- (96) FLÖ-15: Hımm. Ama nüfusu 100000 diyor.

- (97) Araştırmacı: Tekrar bakabilirsiniz.  
(98) FLÖ-15: 100000'nin üstüne eklenmiyor mu?  
(99) FLÖ-12: Her sene 3000'er artmıyor mu?  
(100) Araştırmacı:  $97000+3000x$ 'i kontrol edebilirsiniz.  
(101) FLÖ-12: İlk sene o zaman 100000 yani.  
(102) Araştırmacı: Denkleme göre.  
(103) FLÖ-12: Tamam, tamam doğru.  
....

Yukarıda 1. etkinliğin transkriptinin bir bölümü verilmiştir. Bu transkript metninde araştırmacının rehber ve kolaylaştırıcı rolü açıkça görölmektedir. Araştırmacı öğrencilerin tılandıkları yerde müdahale ederek öğrencilerin düşünme yollarını açmakta ve genişletmektedir. Elde edilen bulgular yukarıdaki Tablo 4.43'teki kodlamalarla uyuşmaktadır.

Öğretmenin matematiksel modelleme sürecinde en önemli iki görevi rehberlik etmesi ve kolaylaştırıcı olmasıdır. Bu rolleri tutarlı bir şekilde yerine getirmesidir. Ayrıca öğretmenin modelleme sürecine hâkim olması ve teknolojiyi etkin olarak kullanabilmesi öğretmenin diğer önemli özellikleri olarak ele alınmıştır. Modelleme etkinliklerinde öğretmenlerin öncelikli görevi öğrencilere rehberlik yapmaktır [44, s.304-306]. Elektronik teknolojiler öğretmene kolaylaştırıcı rol kazandırmaktadır [201]. Öğretmenin kolaylaştırıcı ve rehber rolleri ilgili alan yazınla örtüşmektedir. Alan yazından farklı olarak öğretmenin modelleme sürecine hâkim olması ve teknoloji etkin kullanabilmesi ortaya çıkmıştır.

#### 4.3.2.4 Öğrencinin Rolü

Öğrencilerin etkinlikler süresince öğrenenler ve problemi çözenler olarak rollerini nasıl algıladıkları son anketteki "Model oluşturma etkinlikleri sırasında kendi rolünüzü nasıl görüyorsunuz?" sorusu yardımıyla alınmış ve çözümlenmiştir. Matematiksel modelleme etkinliklerinde öğrencilerin rollerini algılamaları alt temasıyla ilgili çözümlene sayışallaştırılarak aşağıdaki Tablo 4.44'te verilmiştir:

**Tablo 4.44. Matematiksel modelleme etkinliklerinde öğrencilerin kendi rollerini algılamalarına yüklemelerin frekans dağılımı**

| <b>Kodlamalar</b>                          | <b>Frekans</b> |
|--|----------------|
| Herkesle eşit                              | 9              |
| Etkin rol oynayan                          | 7              |
| Modellemeyi şekillendiren/oluşturan        | 5              |
| <i>Grup çalışmasıyla ilgili özellikler</i> | <i>19</i>      |
| Fikir katkısı/paylaşımı yapan              | 5              |
| Grup çalışması yapan                       | 4              |
| Gruba yardımcı olan                        | 4              |
| Gruba yararlı olan                         | 4              |
| Yeni düşünceler sunan                      | 2              |
| Analiz ve sentez yapan                     | 1              |
| Fikir yürüten                              | 1              |
| Lider ve açıklayıcı                        | 1              |
| Özen ve sorumluluk duyan                   | 1              |
| Problemin kısa ve doğru çözümünü sağlayan  | 1              |
| Zihnini yoran                              | 1              |
| Mühendis gibi çalışan                      | 1              |
| Mantığını kullanan                         | 1              |
| Çabalayan                                  | 1              |

Öğrenciler demokratik bir ortamda herkesle eşit bir ortamda grup çalışmasını gerçekleştirmişlerdir. Süreçte grup içinde etkin rol oynamışlardır. Matematiksel modelleme sürecinde yaptıkları tüm uygulamalara ilişkin olarak yüklemelerde bulunmuşlardır.

Matematiksel modelleme etkinliklerinde öğrencilerin kendi rollerini algılamalarına yönelik düşünceleri şöyledir:

Hepimiz dar fikirlerimizi paylaşıyoruz. Çünkü grupla çalışıyoruz. Hepimizin rolü eşit bence.(FLÖ-32, 11-B, deney grubu, son anket).

Bireysellikten çok grup çalışması vardı. Grubumda herkesin katkısı aynı seviyedeydi (FLÖ-27, 11-B, deney grubu, son anket).

Rol ayrımı yapmaya gerek yok. Herkes düşüncesini paylaştı. Mantıklı olanı kabul edip uyguladık (FLÖ-7, 11-A, deney grubu, son anket).

Zaten her şeyi bizim tercih ve bakış açımıza bırakan bir yaklaşım. Harika. Bizi ön plana çıkarıyor. Her şeyi ayrıntılarıyla düşünebilen bir mühendismişiz gibi eğitim görmüş olduk (FLÖ-29, 11-B, deney grubu, son anket).

Etkin bir rol oynadığımı düşünüyorum. Özellikle grup olarak bilgisayarsız sorularda daha başarılı olduğumuza inanıyorum ( FLÖ-30, 11-B, deney grubu, son anket).

Model oluşturma etkinlikleri sırasında problemleri çözerken çeşitli katkılarda bulundum ve fikirlerimi ortaya koydum (FLÖ-3, 11-A, deney grubu, son anket).

Grup olarak düşünürsek fikir alış verişi yapan biri. Bireysel olarak model oluşturan biri. (FLÖ-2, 11-A, deney grubu, son anket).

Model oluşturmada öğrenci önemli. Yeni düşünceler ile problemin daha kısa ve doğru çözülmesinde öğrencinin rolü var (FLÖ-12, 11-A, deney grubu, son anket).

Yukarıda öğrencilerin rolleriyle ilgili yüklemelere örnekler verilmiştir.

Aşağıda etkinlikle ilgili verilen diyalog da bu rollerin bazıları görülebilmektedir:

- ...
- (32) FLÖ-17: Biz parçaları üreteceğiz.
- (33) FLÖ-12: Evet.
- (34) FLÖ-12: Biri gelip bize üretir misin diyor. Biz eğer kabul edersek diyor ki sana parça başına 3 lira vereceğim. Ama bizim o malları üretmemiz için bir makine almamız gerekiyor, 7500 lira değerinde. (Heyecanlı bir ses tonuyla...)
- (35) FLÖ-17: Bak...
- (36) FLÖ-12: Her parça üretimimizde bize 2.4 liraya mal oluyor. ( Yine heyecanlı ses tonu ve el hareketlerini sürekli kullanıyor.)
- (37) ( FLÖ-17, FLÖ-12'nin düşüncelerini dinledi ve düşündü. FLÖ-15 de düşünüyor.)
- .....
- (46) FLÖ-12: Sonuçta 300 lira kar elde ediyoruz.
- (47) ( Yüksek sesle söyledi. Arkadaşları da denklem olarak çözüyorlar. Aynı sonucu bulacaklar. Burak daha hızlı çözüm yapmayı düşündü. Arkadaşlarını da kontrol ediyor.)
- .....
- (55) FLÖ-17: 2,4 liraya mal ediyoruz, 3 liraya satıyoruz. Karımız 0,6 lira. 0,6'yı 3000 lirayla çarpmamız gerek mi yor mu?
- (56) FLÖ-17: Ben ne yaptım biliyor musun?
- (57) ( İkisi de el hareketlerini kullanıyorlar.)
- (58) FLÖ-17: Bak şimdi... ( FLÖ-15, sürekli pür dikkat izliyor.) 7500 lira bir defa makinenin maliyeti var. Her parça için de 2,4 lira maliyet yapacağız. X tane mal üretsek şu kadar maliyetimiz var bizim. ( Kurduğu ilk tarafında  $7500+2,4x$ 'i maliyet kısmı olarak gösteriyor.) Karşıdaki de (  $3x$ ) bunu karşılaması gerek. Eğer bu kadar üretirsek ( denklem sonucunda çıkan 12500 parça, eliyle işaret ediyor)
- (59) FLÖ-12: Pekâlâ eşit oluyor.
- (60) FLÖ-17: Kar-zarar yok işte...
- .....
- (72) FLÖ-15: Biz 500 tane daha üretmeyecek miyiz?
- (73) FLÖ-12: 13 bin parçadan hesaplamamız gerekiyor, sen niye 12500 parçadan hesaplıyorsun ki?
- (74) ( FLÖ-17'ye soruyor.)
- (75) FLÖ-17: Yaaa... Ben onu demiyorum tam olarak... 12500 parça ürettik yaaa... O zaman ne kâr var ne de zarar var. ( El hareketiyle bu durumu daha vurgulu bir şekilde ifade ediyor.) Tamam, işte burada 13 bin parça için 500 tane daha üreteceksin.



- (76) FLÖ-15: Ondan sonra yapacaklarımız daha var.  
(77) FLÖ-17: O zaman da 300 çıkıyor.  
(78) FLÖ-12: O zaman 12500 çıkıyor, 12500 hesaplamana gerek yoktu ki...  
(79) ( Yoğun bir tartışma ortamı var.)  
(80) FLÖ-17: Nasıl yoktu? Bak şurada... ( Kalemle hesaplanan değeri parantez içine alıyor.)  
(81) FLÖ-12: Ben nasıl hesapladım o zaman...  
(82) FLÖ-15: Sen nasıl yaptın? ( Burak'a soruyor.)  
(83) FLÖ-12: On üç bin tane parça mı üretmemiz gerekiyor... ( Onaylatıcı el mimikleri...) 2,4 lira maliyeti... 3 lira satışımız... Arada 0,6 lira var.  
(84) FLÖ-17: Bak onu da bundan çıkardın? ( Eliyle metindeki bir şeye işaret ediyor. Makinenin maliyeti)  
(85) FLÖ-12: Evet.  
(86) FLÖ-17: Tamam, aynı şey...

...

Yukarıda 5. etkinlikten alınan konuşma örneğinde tartışma ortamı içinde öğrenciler yeni düşünceler sunan, gruba yardımcı olan, etkin rol oynayan, herkesle eşit ve fikir katkısı yapan rolleri oynamaktadırlar. Öğrenciler demokrasi ortamı içinde açıkça yeni fikirler ortaya koyabilmekte ve etkin rol oynayabilmektedirler. Gruptaki tüm arkadaşlarıyla eşit statüye sahip olarak fikirlerini rahatça söyleyebilmektedirler. Bu durum, yukarıdaki Tablo 4.44'de verilen yüklemelerle uyuşmaktadır.

Öğrenciler kendilerinin en önemli gördükleri rolleri süreçte aktif olmalarıdır [201]. İlgili alanyazından farklı olarak öğrenciler demokratik roller kazanmışlardır ve bunları etkin bir şekilde kullanmışlardır.

### 4.3.3 Duyuşsal Özellikler

Öğrencilerin süreçte ve sürecin sonunda matematiğe karşı tutumlarında, matematiksel inançlarında, matematiğe yönelik kaygılarında bir değişme olup olmadığı günlüklerdeki ve son anketteki sorular yardımıyla elde edilmiştir. Ayrıca süreçte ve sürecin sonunda matematiksel modellemeye karşı öğrencilerin göstermiş oldukları tutumlarda belirlenmiştir. Çözümlemeler sırasıyla matematiğe karşı tutum, matematik kaygısı, matematiğe yönelik inançlar, matematiksel modelleme problemlerine yönelik tutumlar olarak olmuştur.

### 4.3.3.1 Matematiğe Karşı Tutumlar

Öğrencilerin etkinlikler süresince ve etkinlikler sonucunda matematiksel matematiğe karşı tutumlarının değişip değişmediği günlüklerdeki “Etkinlik matematikle ilgili düşüncelerinize ve problem çözüme becerilerinize katkı sağladı mı? Cevabınızın nedenini lütfen açıklayınız. (Lütfen düşüncelerinizi en az 4-5 cümleyle ifade ediniz)” ve son anketteki “Model oluşturma etkinlikleri sonucunda matematiğe karşı tutumunuzda bir değişiklik oldu mu? Olduysa nasıl bir değişiklik oldu? Olmadıysa neden?” soruları yardımıyla alınarak çözümlenmiştir. Öğrencilerin matematiğe karşı tutumlarında değişimin olup olmadığı matematiğe karşı tutumlar alt temasıyla ilgili çözümlene sayısallaştırılarak frekansları aşağıdaki Tablo 4.45 te verilmiştir:

**Tablo 4.45. Matematiğe karşı tutumlara yönelik yüklemelerin frekans dağılımı**

| Kodlamalar   | Frekans |
|--|---------|
| Matematiğe karşı tutumum değişmedi/matematiği hâlâ çok sevme | 16      |
| Matematik sevgim değişmedi                                   | 5       |
| Matematiği daha eğlenceli yaptı                              | 3       |
| Problemlere karşı olumlu tutum değişikliği                   | 3       |
| Matematik sevgisinin artması                                 | 1       |
| Matematikle uğraşma isteğinin artması                        | 1       |
| Matematiğe karşı hayranlığın artması                         | 1       |
| Matematiksel modelleme etkinlikleri yardımcı                 | 1       |
| Bazı matematik konularına ilgi duyma                         | 1       |

Genel anlamda matematiğe yönelik tutumlarda bir değişiklik olmamıştır. Elde edilen nicel bulgularla nitel bulgular uyumaktadır. Zor görülen problemlere yönelik tutumlar daha olumlu hale gelmiştir. Öğrencilerin matematiğe karşı tutumları olumsuz olmamış, matematik sevgileri değişmediğinden yani matematiği çok sevdiklerinden herhangi bir olumsuz değişme yaşanmamıştır. Öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarıyla ilgili görüşleri şöyledir:

Hayır olmadı. Her zaman matematiği çok severim. Sadece okuldaki eğitim çözülen soru bakımından değil. Matematiğin hayatın anlamı olduğunu ve kavrandığında hayatın anlamlı olacağını düşünüyorum (FLÖ-33,11-B, deney grubu, son anket).

Hayır olmadı. Ancak bazı problemlerin sadece bilgisayar veya hesap makinesiyle çözülebileceğini gördüm. Eğer problem çok karmaşıksa bu yöntemler kullanılabilir (FLÖ-31, 11-B, deney grubu, son anket).

Olmadı. Matematik en sevdiğim ders. Hala da sevmeye devam ediyorum (FLÖ-35, 11-B, deney grubu, son anket).

Büyük bir değişiklik olduğunu düşünmüyorum. Çünkü bu etkinliklerle matematiksel modelleme konusunda bilgi sahibi oldum (FLÖ-3, 11-A, deney grubu, son anket).

Matematiğe karşı tutumumda bir değişiklik olmadı (FLÖ-2, 11-A, deney grubu, son anket).

Öğrencilerin matematiğe yönelik tutumların da az da olsa ilerleme sağlanmıştır. Öğrenciler matematiği daha eğlenceli görmüşler, zor problemlerin çözümüne yönelik tutumları olumluya doğru ilerlemiştir. Nicel bulgulardan farklı olan kısımlar bunlardır.

#### **4.3.3.2 Matematik Kaygısı**

Öğrencilerin etkinlikler süresince ve etkinlikler sonucunda matematik kaygılarının değişip değişmediği günlüklerdeki “Etkinlik matematikle ilgili düşüncelerinize ve problem çözme becerilerinize katkı sağladı mı? Cevabınızın nedenini lütfen açıklayınız. (Lütfen düşüncelerinizi en az 4-5 cümleyle ifade ediniz)” ve son anketteki “Model oluşturma etkinlikleri sonucunda matematiğe karşı duyduğunuz kaygılarınızda bir değişme oldu mu? Olduysa ne yönde ve nasıl bir değişiklik oldu? Olmadıysa neden?”soruları yardımıyla alınarak çözümlenmiştir. Öğrencilerin matematik kaygılarında değişimin olup olmadığı matematik kaygısı alt temasıyla ilgili çözümlene sayısallaştırılarak frekansları aşağıdaki Tablo 4.46’da verilmiştir:

**Tablo 4.46. Matematiğe kaygısına yönelik yüklemelerin frekans dağılımı**

| <b>Kodlamalar</b>                                   | <b>Frekans</b> |
|---|----------------|
| Uygulama öncesi matematiğe yönelik kaygım yoktu     | 25             |
| Uygulama sonrası kaygım değişmedi                   | 24             |
| Zor problemlerin çözümüne yönelik kaygının azalması | 4              |
| Kendine güven kazanma                               | 3              |
| Matematiği farklı açılardan algılama                | 3              |
| Matematiğe karşı endişe azalması                    | 1              |
| Modelleme problemlerine karşı kaygı azalması        | 1              |
| Matematik kaygısının azalması                       | 1              |
| Matematiksel modelleme girerse kaygılanırım         | 2              |

Öğrencilerin matematiğe yönelik kaygılarında genelde bir değişim olmamıştır. Bu sonuç elde edilen nicel bulgularla uyusmaktadır. Kaygı değişimi yaşayanlar ise matematiğe karşı olumlu duygularını daha çok arttırmışlardır. Bu düşüncede en çok etkili olan bireylerin farklı, meydan okuyan bir durumla karşılaştıklarında o durumun üstesinden gelmeleriyle kendilerine olan güvenlerinin artmasıdır. Matematik kaygılarında olumsuz bir durum oluşmamıştır. Öğrencilerin matematik kaygısıyla ilgili görüşlerine aşağıda verilmiştir:

Model oluşturma etkinlikleri benim matematiğe karşı duyduğum kaygıda bir rol oynamadı. Çünkü okuduğum T.C. Balıkesir Fen Lisesi matematikle ilgili düşüncelerimi 3 sene önce değiştirdi. Bu da benim bir tabum haline geldi resmen. Ve değişmez artık herhalde (FLÖ-25, 11-B, deney grubu, son anket).

Kaygı duymuyorum. Yine duymuyorum Matematik çok eğlenceli:) (FLÖ-29, 11-B, deney grubu, son anket).

Matematiğe karşı bir kaygım yoktu. Bu etkinliklerde benim bu yöndeki düşüncelerimi değiştirmede (FLÖ-12, 11-A, deney grubu, son anket).

Matematiğe karşı kaygım yoktu. Yapılan problemlerde de kaygı oluşturacak bir şey yoktu. Ve hala kaygım da yok. (FLÖ-18, 11-A, deney grubu, son anket).

Herhangi bir değişiklik hissetmedim. Matematik hala en güzel ders benim için. (FLÖ-7, 11-A, deney grubu, son anket).

Matematik konusunda kaygı duymuyorum. Bu modelleme de düşüncelerimi değiştirmede (FLÖ-21, 11-A, deney grubu, son anket).

Olmadı. Matematiğe olan güvencim sonsuz. Çözümlerin sanal ortamlara aktarılması sonucu değiştirmez (FLÖ-11, 11-A, deney grubu, son anket).

Matematiğe karşı duyduğum herhangi bir kaygı yok. Bundan öncede yoktu, bundan sonra da olmaz muhtemelen. Kaygı duyulacak bir şey olduğunu düşünmüyorum (FLÖ-2, 11-A, deney grubu, son anket).

Öğrencilerin hemen hepsinin uygulama öncesi matematiğe yönelik kaygıları yok denecek kadar azdı. Uygulama sonrasında da kaygılarında bir değişme gözlemlenmemiştir. Matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanması, öğrencilerin matematik kaygılarını arttırmamış, olumlu duyuşsal özelliklerin artmasına katkı sağlamıştır. İlgili alanyazınla elde edilen bulgular uyuşmaktadır.

#### 4.3.3.3 Matematiğe Yönelik İnançlar

Öğrencilerin etkinlikler süresince ve etkinlikler sonucunda matematik kaygılarının değişip değişmediği günlüklerdeki “Etkinlik matematikle ilgili düşüncelerinize ve problem çözüme becerilerinize katkı sağladı mı? Cevabınızın nedenini lütfen açıklayınız. (Lütfen düşüncelerinizi en az 4-5 cümleyle ifade ediniz)” ve son anketteki “Model oluşturma etkinlikleri sonucunda matematikle ilgili inançlarınızda bir değişme oldu mu? Olduysa ne yönde ve nasıl bir değişiklik oldu? Olmadıysa neden?”soruları yardımıyla alınarak çözümlenmiştir. Öğrencilerin matematiksel inançlarında değişimin olup olmadığı matematiğe yönelik inançlar başlıklı alt temasıyla çözümlene sayısallaştırılarak frekansları aşağıdaki Tablo 4.47’de verilmiştir.

**Tablo 4.47. Matematiğe yönelik inançlarla ilgili yüklemelerin frekans dağılımı**

| Kodlamalar   | Frekans |
|--|---------|
| Matematiğe yönelik inancım/inançlarım değişmedi              | 15      |
| Matematikle hayat içi içe-her yerde/her yerde işe yarıyor    | 9       |
| Matematiği daha kapsamlı bir bilim dalı olarak görme         | 5       |
| Matematiğin gerekliliğine olan inancın artması               | 2       |
| Matematiğin önemini daha çok anlama                          | 2       |
| Matematikle hayattaki çoğu problemin çözülebileceğine inanma | 2       |
| Matematiğe olan inancın artması                              | 1       |
| Matematiği isteyen herkes yapabilir                          | 1       |
| Matematik teorik bir ders değildir                           | 1       |
| Matematik sayılardan ibaret değildir                         | 1       |
| Matematik sonu olmayan bir bilimdir                          | 1       |

**Tablo 4.47'nin Devamı**

|  |   |
|--|---|
| Matematikte kesinlik vardır                                    | 1 |
| Matematik çeşitli araçlarla daha kolaydır                      | 1 |
| Matematiğin soyut yanı da yararlıdır                           | 1 |
| Her problem rahatlıkla çözülebilir                             | 1 |
| Matematik kağıt üzerindeki işlemlerden ibaret değildir         | 1 |
| Matematik mantıkla yapılır, kural ve formüllere bağlı değildir | 1 |

Öğrencilerin matematiğe yönelik inançlarında genel anlamda değişiklik olmamıştır, ancak olumlu inançların sayısı artmıştır. Matematiğin uygulamaya yönelik olan inançları daha da kuvvetlenmiştir.

Öğrencilerin matematiğe yönelik inançlarıyla ilgili düşünceleri şöyledir:

Matematiğin gerekli olduğuna inanıyorum, tabi ki fakat bu onu sevmem için gerekli bir neden değil. İnanışlarım aynı (FLÖ-25, 11-B, deney grubu, son anket).

Olmadı. Çünkü bu çalışmalarda matematiğe olan inanışım değişmedi. Sadece matematiğin farklı bir tarzını gördüm (FLÖ-30, 11-B, deney grubu, son anket).

Model oluşturma etkinlikleri öncesinde matematikle ilgili inanışım veya duygum yoktu. Yeni bir şey de oluşmadı (FLÖ-18, 11-A, deney grubu, son anket).

Büyük bir değişiklik olmadı. Fakat bu etkinliklerle matematiğin ne kadar geniş bir bilim dalı olduğunu gördüm (FLÖ-3, 11-A, deney grubu, son anket).

Olmadı. Matematik istenince herkesin yapabileceği bir alandır (FLÖ-5, 11-A, deney grubu, son anket).

Öğrencilerin matematiksel modellemeye yönelik inançlarında önemli bir değişme bulunmamıştır. Uygulamaya yönelik inançlarında gelişme olmuştur. Matematiğin hayatla daha iç içe olduğunu, hayatın içinde olduğuna, daha kapsamlı bir bilim dalı olduğuna dair uygulamaya yönelik inançlar gelişim göstermiştir. İlgili alanyazından farklı yönler bu ifadelerdir.

#### **4.3.3.4 Matematiksel Modellemeye Karşı Tutumlar**

Öğrencilerin etkinlikler süresince ve etkinlikler sonucunda matematiksel modelleme problemlerine/matematiksel modellemeye yönelik tutumları

günlüklerdeki “Bugün yapılan etkinlik daha önce çözdüğünüz problemlere benziyor mu? Farklı olan yönlerini açıklar mısınız? (Lütfen düşüncelerinizi en az 4-5 cümleyle ifade ediniz)” ve son anketteki “Model oluşturma etkinlikleri hakkında ne düşünüyorsunuz?” soruları yardımıyla alınarak çözümlenmiştir. Öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerine yönelik göstermiş oldukları tutumları matematiksel modellemeye karşı tutumlar başlıklı alt temasıyla çözümlene sayısallaştırılarak frekansları aşağıdaki Tablo 4.48’de verilmiştir:

**Tablo 4.48 Matematiksel modellemeye karşı tutumlara yönelik yüklemelerin frekans dağılımı**

| <b>Kodlamalar</b>                               | <b>Frekans</b> |
|---|----------------|
| <i>Bilişsel becerilere yönelik yüklemeler</i>   | 38             |
| Problem çözümede yararlı/kolaylaştırıcı         | 9              |
| Matematiksel düşünceyi geliştirici              | 7              |
| Problem çözme becerisini geliştirici            | 3              |
| Olaylara farklı açılardan bakmayı sağlayan      | 2              |
| Meydan okuyucu                                  | 2              |
| Günlük hayata aktarma sağlayan                  | 2              |
| Düşündürücü                                     | 2              |
| Somatlaştırılmayı kolaylaştıran                 | 2              |
| Kalıcı öğrenmeyi arttırıcı                      | 2              |
| Yaratıcılığı geliştirici                        | 1              |
| Kalıplaşmadan çıkarıcı                          | 1              |
| Mantıklı  | 1              |
| Kullanımı kolay                                 | 1              |
| Problemler üzerinde geniş düşünmeyi sağlayan    | 1              |
| Matematiksel işlem yapma becerisini geliştirici | 1              |
| Yorumlama becerisi geliştirici                  | 1              |
| <i>Duyuşsal özellikleri yönelik yüklemeler</i>  | 21             |
| Güzel etkinlikler                               | 4              |
| Başarılı etkinlikler                            | 4              |
| Eğlenceli                                       | 4              |
| Hoşlanma  | 4              |
| Yararlı   | 3              |
| Daha zevkli                                     | 2              |
| <i>Olumsuz yüklemeler</i>                       | 6              |
| Sıkıcı  | 4              |
| Yaygın değil                                    | 1              |
| Uğraştırıcı                                     | 1              |

Öğrenciler matematiksel modelleme etkinliklerine yönelik hem bilişsel hem de duyuşsal boyutlarda olumlu tutumlar sergilemişlerdir. Bilişsel boyutta öne çıkan

unsurlar etkinliklerin problem çözüme becerilerinin gelişimine katkı sağlaması, problem çözmeyi kolaylaştırması, matematiksel düşünme ve diğer bilişsel becerileri geliştirmesidir. Duyuşsal boyutta öğrenciler etkinlikleri başarılı, yararlı, zevkli, eğlenceli bulmuşlardır. Öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerine yönelik tutumları şöyledir:

Model oluşturma etkinliklerinin çoğunlukla yararlı olduğunu inanıyorum (FLÖ-23, 11-A, deney grubu, son anket).

Bu etkinliklerde herhangi sorun hakkında çözüme ulaşabilmek için cevabı bulabilmek için yaptığımız matematiksel işlemleri kağıda döktük. Bu yaptığımız işlemleri gerek hesap makinesi kullanarak gerek bilgisayar kullanarak çözüme ulaştırdık. Bu yaptığımız bazı işlemler matematiksel olarak da bizi geliştirdi (FLÖ-20, 11-A, deney grubu, son anket).

Model oluşturma etkinlikleri insanın hem matematiksel düşünme yeteneğini hem de matematiksel işlem yapma yeteneğini geliştirir (FLÖ-22, 11-A, deney grubu, son anket).

Gayet önemli olduğuna inanıyorum. Oldukça faydalı. Matematiği daha eğlenceli kılıyor. Problem çözüme becerisini geliştirici etkiye sahiptir. (FLÖ-29, 11-B, deney grubu, son anket)

Problem çözüme birçok yararı vardır. Problemin daha kolay ve daha anlaşılır bir şekilde çözümlenmesini sağlar (FLÖ-6, 11-A, deney grubu, son anket).

Model oluşturma etkinlikleri matematiksel ifadelerin problem çözüme kullanıldığı faydalı etkinliklerdir. (FLÖ-2, 11-A, deney grubu, son anket).

Başarılı buluyorum. Düşüncelerimizi somut verilere döküyoruz (FLÖ-21, 11-A, deney grubu, son anket).

Başarılı, düşünme yeteneğini geliştiren etkinliklerin yanında bizim katkımız olmayan bilgisayar ile sonuca ulaştığımız etkinlikler de vardı (FLÖ-19, 11-A, deney grubu, son anket).

Model oluşturma etkinlikleri insanın kendini geliştirmesini, olaylara farklı açılardan bakabilmeyi sağlar. Problemi çözüme yararlıdır. Bu yüzden model oluşturma etkinlikleri matematiğin sadece kâğıt üzerinde işlemden ibaret olmamasını sağlar (FLÖ-9, 11-A, deney grubu, son anket).

Farklı soru çeşitlerini (daha zor) kolay bir şekilde ve farklı bakış açısıyla çözdük, gayet yararlı etkinliklerdi. Çeşitli tecrübe ve soru çözüme yeteneğini kazandık (FLÖ-27, 11-B, deney grubu, son anket).

Matematiksel modellemeye yönelik yüklemeler, hem bilişsel hem de duyuşsal boyutta olmuştur. Bilişsel boyutta olumlu yüklemelerde en önemli durumlar matematiksel modellemenin problem çözmeyi kolaylaştırması ve matematiksel



düşüncenin gelişimini sağlamasıdır. Öğrenciler matematiksel modelleme etkinliklerine yönelik olumlu tutum sergilemişlerdir.

Modelleme öğrencilerin geliştirmesi gereken becerilerinden biri olmakla beraber modelleme becerisi diğer becerilerin gelişmesine yardımcı olur ve destekler [73, s.282-284]. Modelleme becerisi daha çok problem çözme becerilerini desteklemiş ve geliştirmiştir. Öğrenciler matematiksel modelleme etkinliklerine karşı olumlu tutum sergilemişlerdir. Alan yazında Lingefjärd (2002)'nin çalışmasında da öğretmen adayları matematiksel modelleme eğitiminden memnun kalmışlardır. Modelleme etkinlikleri boyunca öğrenciler kendi matematiksel düşüncelerini geliştirirler [56]. Öğrenciler de alanyazına paralel olarak modelleme etkinliklerinin matematiksel düşünceyi geliştirici işlev gördüğünü belirtmişlerdir.

#### **4.3.4 Bilişsel Özellikler**

Öğrencilerin süreçte ve sürecin sonunda problem çözme, yaratıcı problem çözme ve diğer bilişsel becerilerinde bir değişme veya gelişmenin olup olmadığı günlüklerdeki ve son anketteki sorular yardımıyla elde edilmiştir. Çözümlemeler sırasıyla problem çözme ve yaratıcı problem çözme becerilerinin gelişimi, modelleme yeterlikleri şeklindedir

##### **4.3.4.1 Problem Çözme ve Yaratıcı Problem Çözme**

Öğrencilerin etkinlikler süresince ve etkinlikler sonucunda problem çözme ve yaratıcı problem çözme becerilerinde bir gelişimin olup olmadığı hakkında öğrencilerin düşünceleri günlüklerdeki “Etkinlik matematikle ilgili düşüncelerinize ve problem çözme becerilerinize katkı sağladı mı? Cevabınızın nedenini lütfen açıklayınız. (Lütfen düşüncelerinizi en az 4-5 cümleyle ifade ediniz)” ve son anketteki Model oluşturma etkinlikleri problem çözme becerilerinize katkı sağladı mı? Sağladıysa nasıl bir katkısı oldu?” soruları yardımıyla alınarak çözümlenmiştir. Öğrencilerin problem çözme ve yaratıcı problem çözme becerilerinin değişimi ve

gelişimi problem çözme ve yaratıcı problem çözme becerilerinin gelişimi alt temasıyla ilgili çözümlene sayısallaştırılarak frekansları aşağıdaki Tablo 4.49 da verilmiştir:

**Tablo 4.49. Problem çözme ve yaratıcı problem çözmeye ilgili yüklemelerin frekans dağılımı**

| <b>Kodlamalar</b>   | <b>Frekans</b> |
|---|----------------|
| <i>Problem çözme becerilerim gelişti</i>                    | 123            |
| Faydalı-problem çözme becerilerime katkı sağladı            | 56             |
| Problem çözme becerilerimi geliştirdi                       | 21             |
| Yorumlama becerilerini geliştirdi                           | 12             |
| Yeni problem çözme yöntemlerini geliştirdi                  | 10             |
| Problem çözmeyi kolaylaştırdı                               | 9              |
| İşlem becerilerim gelişti                                   | 6              |
| Gerçek hayat problemi bağlamında gerçekçi düşünmeyi sağladı | 5              |
| Yeni tarz problemler öğrenme                                | 2              |
| Denklem kurma becerisi kazandım                             | 2              |
| <i>Yaratıcı problem çözme becerilerim gelişti</i>           | 53             |
| Çok boyutlu düşünme becerilerim gelişti                     | 29             |
| Geniş çaplı düşünmeyi sağladı/ufuk açıcı                    | 12             |
| Ayrıntılı düşünmeyi sağladı                                 | 11             |
| Etkin düşünme yollarını öğrendim                            | 1              |
| <i>Diğer problem çözmeye ilgili beceriler</i>               | 8              |
| Zihinsel egzersiz sağladı                                   | 3              |
| Deneyim kazandım  | 1              |
| Kolay kavramayı sağladı                                     | 1              |
| Bütüncül bakış açısı kazandırdı                             | 1              |
| Zamandan kazanç sağladı                                     | 1              |
| Çok sayıda veri setini işlemeyi geliştirici                 | 1              |
| <i>Problem çözümlerde duyuşsal özellikler</i>               | 4              |
| Problem çözümlerde kendime güven kazandım                   | 3              |
| Modelleme problemlerine karşı kaygım azaldı                 | 1              |
| <i>Benzerdi-katkı sağlamadı</i>                             | 47             |

Öğrenciler, matematiksel modelleme etkinliklerinin problem çözme ve yaratıcı problem çözme becerilerinin gelişimini sağladığını ifade etmişlerdir. Problem çözümlerde gelişim yorumlama, yeni problem çözme yöntem ve stratejilerinin kullanımı, işlem becerilerinin gelişimi, gerçek hayat problemlerinin çözümünü gerçekleştirmeyle olmuştur. Öğrenciler yaratıcı düşünme becerileri olarak, çok boyutlu düşünme, geniş çaplı düşünme ve ayrıntılı düşünme becerileri kazanmışlardır. Problem çözümlerde kendilerine güven kazanmışlardır. Öğrencilerin problem çözme ve yaratıcı problem çözmeye ilgili düşünceleri şu şekildedir:

Sağladı. Geniş çaplı düşünmede yardımcı oldu. İlk başta etkinlikteki sorular karışık, yapamam dememe neden olurken sonraları kendime güven kazandırdı (FLÖ-34, 11-B, deney grubu, son anket).

Daha çok yönlü düşünmemi geliştirdi. Okulda gördüğümüz problemler daha basit düşünce isteyen sorular. Biraz farklıydı ( FLÖ-7, 11-A, deney grubu, son anket).

Evet sağladı. Etkin düşünme ve soruyu farklı açılardan çözüp sonuca ulaşma yeteneğimi arttı (FLÖ-5, 11-A, deney grubu, son anket).

Bu etkinlikler yapılmadan önce bilgisayarla problem çözmemiştim. Bu benim için yeni bir çözüm yöntemi ve yeni bir şeyler öğrenmenin her zaman katkısı var (FLÖ-12, 11-A, son anket).

Daha önce hiç kullanmadığım bilgisayar programlarını öğrendim. Normalde çözemeyeceğim problemleri bu programlarla çözebilmeyi öğrendim. Bana bu yönden bir katkı sağladı (FLÖ-31, 11-B, deney grubu, son anket).

Model oluşturma; problem çözümü hakkında yorum becerimizi geliştirdi. Bu da bakış açımızı genişleterek oldu (FLÖ-24, 11-B, deney grubu, son anket).

Evet, çünkü daha detaylı düşünmemizi zorunlu kılan bu problemler matematikte farklı yöntemleri kullanmamıza imkân sağladı. Bu da problem çözüme becerimize sağladığımız büyük bir katkıyı ifade eder (FLÖ-29, 11-B, deney grubu, günlük, 4.etkinlik).

Evet, daha ayrıntılı düşünmemizi sağladı. Geniş düşünmeyi öğrendim. ( Her unsuru kendi içinde ve beraber değerlendirdik. Kendimizi zorlayarak çözüme ulaşmaya çalıştık (FLÖ-30, 11-B, deney grubu, günlük, 2.etkinlik).

Ben katkı sağladığımı düşünüyorum. Farklı soru tipleri görmüş ve bunları çözmeyi öğrenmiş olduk. Ayrıca teknolojiye de ne şekillerde yararlanabileceğimizi de gördük (FLÖ-13, 11-A, deney grubu, günlük, 1.etkinlik).

Bence bu sorular matematiğin gerçek hayattaki yansıması (FLÖ-12, 11-A, deney grubu, günlük, 2.etkinlik).

Daha gerçekçi düşünmemi sağladı. Gündelik hayattan olması daha verimli olmasını sağladı (FLÖ-4, 11-B, deney grubu, günlük, 2.etkinlik).

İşlem yeteneğimi geliştirdi. Hacim ölçüleri konusunu bir kez daha tekrar etmiş oldum (FLÖ-19, 11-A, deney grubu, günlük, 8.etkinlik).

Birtakım problemler hakkında bilgi edindik. Becerimiz gelişti (FLÖ-6, 11-A, deney grubu, günlük, 1.etkinlik).

Sağladı, sonuç olarak her problem yeni bir şeyler katıyor (FLÖ-27, 11-B, deney grubu, günlük, 8.etkinlik).

Evet, sağladı. Verileri düzgün bir şekilde kullanıp, yorumlayıp sonuca ulaşmak konusunda ufukumuzu açtı (FLÖ-24, 11-B, deney grubu, günlük, 4.etkinlik).

Yukarıdaki ifadelerinde öğrenciler, problem çözme ve yaratıcı problem çözme becerilerine vurgu yapmışlardır. Öğrencilerin çok boyutlu muhakeme, tek boyutlu muhakeme ve beyin fırtınası gibi yüklemeleri kullandıkları etkinlik transkripti aşağıda verilmiştir:

...

- (13) FLÖ-12: Bunları yazmamalıyız, direk şundan başlasak... ( Eliyle gösteriyor. Bayanlarda 1948'den 1956'ya azalma daha sonra 1956'dan 1960'a bir artış, 1960'dan sonra da sürekli bir azalışa girmiş rekorlar. Burak, 1960'dan sonrasının alınmasını istiyor.)
- (14) FLÖ-12: 24'ten (sn.) başlatalım...

- .....
- (19) FLÖ-15: Çağdaş birinci dereceden olsa neden bazı yerlerde artıp bazı yerlerde azalsın?
- (20) ( FLÖ-15'da, Artış ve azalışların farklılık göstermesi birinci dereceden bir denklem sonucunu vermeyeceği düşüncesi uyandırdı. )
- (21) ( FLÖ-12, verileri hâlâ giriyor. Bir denklem elde etmeye çalışıyor.)
- (22) ( Verilerin grafiğini çizdiğinde polinomal bir denklem elde ettiler.)
- (23) FLÖ-12: Çok yaaa, 4 çıktı. ( dördüncü dereceden denklem).
- (24) ( FLÖ-12, sürekli polinomal denklemlerin derecelerini değiştiriyor. Grafikleri inceliyorlar. Çoğunu uygun görmüyorlar.)
- (25) FLÖ-17: Arttırsana, daha fazla artmıyor mu?
- (26) ( Denklem derecesi.)
- (27) FLÖ-17: Belki kusurları düşer.
- (28) FLÖ-12: Daha fazla kusur çıkabilir.
- (29) ( FLÖ-12, sürekli dereceleri arttırarak işlemleri defalarca yapıyor. Diğerleri de sıkı bir şekilde denetliyorlar.)

- .....
- (43) FLÖ-15: Nasıl yapıyoruz?
- (44) FLÖ-12: Bir tanesini seçeceğiz.
- (45) ( Üçüncü dereceden memnun kalmadılar.)
- (46) FLÖ-12: Dördüncü dereceden alacağız o zaman...
- (47) ( Tam dördüncü dereceden alırken fikir değiştirdi.)
- (48) FLÖ-12: Beş oluyor mu acaba?
- (49) ( Beşinci dereceden denklem alıyor.)
- (50) ( Beş tam istenileni vermedi.)
- (51) FLÖ-12: Dördü yazalım.
- (52) ( Düşünüyorlar, denklemini tam istedikleri gibi bulamamak onları sıktı.)
- (53) FLÖ-12: Yaa bari üçlüğü yapalım... ( Üçüncü derece denklem...)
- (54) ( Denklemler sürekli 2,3,4,5. derecelerde.)

- .....
- (59) ( Düşünüyorlar, soru zorladı.)
- (60) FLÖ-17: Niye yazmıyorsunuz...
- (61) FLÖ-12: Yaa, böyle bir şey var mı yaaa...
- (62) ( Sayfaları sürekli çeviriyorlar.)
- (63) FLÖ-15: Tamam, Burak. Değerlerini yerlerine koyalım.
- (64) FLÖ-12: 100 sene sonra şunlar olacak... (Koşucuların durumlarını eliyle göstererek yorum yapıyor.)

- .....
- (69) FLÖ-12: Doğrusalı deneyelim.

- (70) FLÖ-17: Çıkar mı?  
(71) FLÖ-12: Çıkar çıkar...  
.....

Yukarıda 6. etkinlikte konuşma örneği verilen metinde öğrenciler çok boyutlu muhakeme süreciyle tek boyutlu muhakeme sürecini aynı anda kullanmışlardır. Beyin fırtınasıyla muhakeme becerilerini aktif kullanmışlardır. Elde edilen bu bulgular yukarıdaki Tablo 4.49' daki kodlamalarla uyusmaktadır.

Sonuç olarak matematiksel modelleme etkinlikleri öğrencilerin problem çözme ve yaratıcı problem çözme becerilerini harekete geçirmekte ve aktif olarak kullanılmasını sağlamaktadır. Böylelikle bu becerilerin gelişimi olmaktadır.

İlgili alanyazın incelendiğinde NCTM ilkeleri ve standartlarına göre model oluşturma etkinlikleri iletişim ve problem çözme becerilerini geliştirir[25]. Matematiksel modelleme etkinliklere öğrencilere araştırma ve problem çözme becerilerini geliştirmek için fırsat sağlar [35]. Sınıfta modellemenin kullanılması öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmeye yardımcıdır [85]. Modellemede gerçekçi problemler kullanıldığından öğrenciler yaratıcı süreç içine dâhil olurlar [25]. Modelleme problemlerini çözmek için problem çözmeye ve çok boyutlu düşünmeye ihtiyaç duyulmaktadır [185]. Yaratıcı düşünebilmek için hem çok boyutlu hem de tek boyutlu düşünebilmek gereklidir [174,s.385]. Matematiksel modellemenin başından sonuna kadar tek boyutlu ve çok boyutlu muhakeme kullanılır [82]. Elde edilen sonuçlar ilgili alan yazınla paralellik taşımaktadır. İlgili alan yazında farklı olarak öğrenciler problem çözmeye kendilerine güven kazanmışlardır.

#### **4.3.4.2 Modelleme Yeterlikleri**

Öğrencilerin etkinlikleri Ek-P deki puanlama anahtarına göre puanlanmıştır. Altı on puan arasında alan grupların modellemesi zayıf düzeyde modelleme, on bir on beş puan arasında alan grupların modellemesi orta düzeyde modelleme, on altı yirmi puan arası alan grupların modellemesi iyi düzeyde modelleme olarak

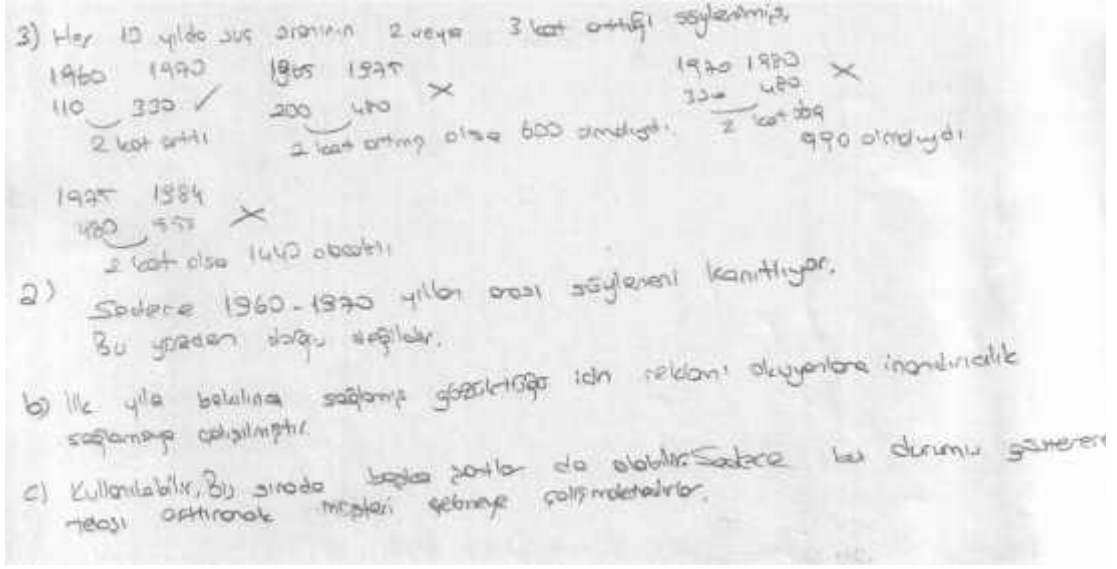
nitelendirilmiştir. Aşağıda her bir etkinlik için iyi, orta ve zayıf düzeyde modelleme örneği verilmiştir.

#### 4.3.4.2.1 Birinci Etkinliğin Yorumlanması

Birinci etkinlikte verilerin artış problemine yer verilmiştir. İlk iki soru nüfus artışıyla ilgilidir. Üçüncü soru suç oranının artışıyla ilgilidir. Öğrencilerden ilk iki soruda birer matematiksel model elde etmeleri, üçüncü soruda istatistiksel bilgilerin doğruluğuyla ilgili yorum yapmaları beklenmektedir. İlk iki soruda modelleme yeterliliği matematiksel modeli doğru elde etmeye bağlıyken, üçüncü soruda istatistiksel bilgileri doğru yorumlamaya bağlıdır. Aşağıda birinci etkinlik için iyi, orta ve zayıf düzeyde modelleme örnekleri ele alınmıştır.

1) A şehri için  $y = 100000 + 300x$   
B şehri için  $y = 3595.2081x + 73976.356$   
 $100000 + 300x = 3595.2081x + 73976.356$   
 $595.2081x = 26023.644$   
 $x = 43.72192516$   
yaklaşık 43 yıl 8 ay sonra  
10 Ocak 1995 + 43  
Ekim 2038

2)  $y = a + bx$   
 $= 45325 + 1032x$   
 $= 45325 + 10920$   
 $= 56245$   
↓  
2010'da  
 $45325 + 1092x = 75000$   
 $1092x = 29675$   
 $x = 27.12430842$   
↓  
2027 1. Şubat sonu - Mart başı



#### Şekil 4.2 1.Etkinlikte İyi Düzeyde Modelleme Örneği

İyi Düzeyde Modelleme: Grup, 1. problemde doğru olan iki doğrusal denklemi bulup birbirine eşitlemişlerdir. Buradan çıkan x sonucu doğru sonucu göstermektedir. Problem durumunu derinlemesine anlamışlar, anahtar bileşenler arasında ilişkileri kapsamlı bir şekilde sonuca götürecek matematiksel temsil oluşturmuşlardır. Elde edilen model çözümde kullanılabilen ve çözümün genellenmesine olanak vermektedir. Çözümün niçin anlamlı olduğuna ilişkin bir gerekçe bulunabilmekte, ayrıca farklı çözüm yollarından çözüme ulaşılabilmektedir. Problemin basitleştirilmiş formu için gerekçeli bir çözüm sunulabilmektedir. 2. problemde doğrusal bir denklem yardımıyla elde edilen denklem 75 bine eşitlenerek doğru sonuca ulaşılmıştır. Aynı süreçler 2. problem için de geçerlidir. 3. problemde matematiksel olarak verilen ifadenin yanlış olduğu gösterilmiştir. Sloganın yanlış olduğu matematiksel olarak ispatlanmıştır. Reklamda matematiksel terimleri kullanarak inandırıcılık sağlamaya çalışılması ifadesi doğrudur. Soruda öğrenciler doğru yorumlama yapmışlardır. Yorumların geçerliğini sağlamak için matematiksel doğrulamalardan yararlanmışlardır.

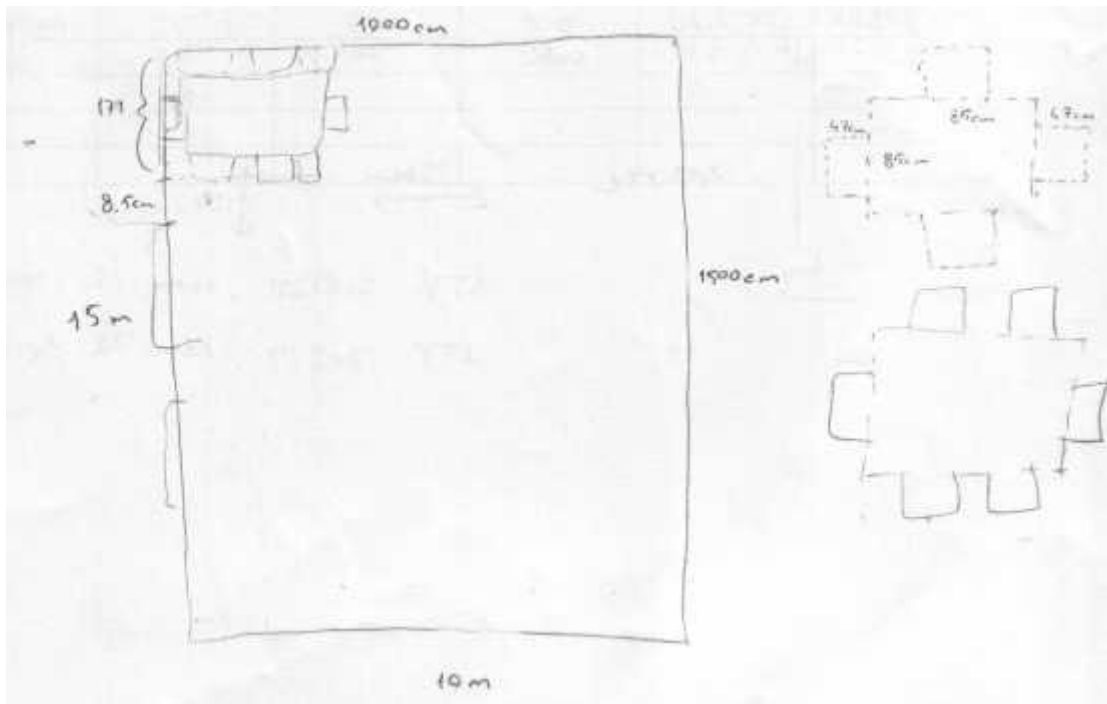
Orta Düzeyde Modelleme: 1. problemde iki doğrusal denklem bulunmuştur. Bu iki denklem birbirine eşitlenerek x sonucuna ulaşılmıştır. 2. problemde oran ve orantıdan faydalanmışlardır. Doğrusal denklem elde ederek sonuca gitmişlerdir. 3. problemde soruda verilen istatistiksel verilerden böyle bir yorumlamanın

yapılamayacağını sözel olarak ifade etmişler, ama matematiksel olarak göstermemişlerdir. Firmanın daha fazla kâr elde etmek için yaptığını belirtmişlerdir. İstatistiksel yorumlarla yanlış yönlendirilebileceğini vurgulamışlardır. Problemden gerçek dünya problemini anladıklarını göstermişler, bileşenleri doğru olarak ele almışlardır. Matematiksel temsili oluşturmuşlardır. Matematiksel olarak geçerli bir şekilde işlemleri yapmışlar ve çözüm ortaya koymuşlardır. Problemin basitleştirilmiş formu için çözüm yapmışlardır. Problemin basitleştirilmiş formu için ortaya konan çözümün aynı zamanda problemin çözümü olduğunu bulmuşlardır. Orta düzeyde modelleme örneği Ek -T de verilmiştir.

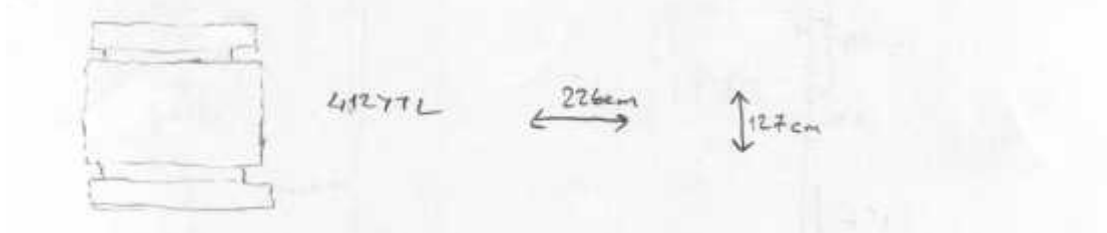
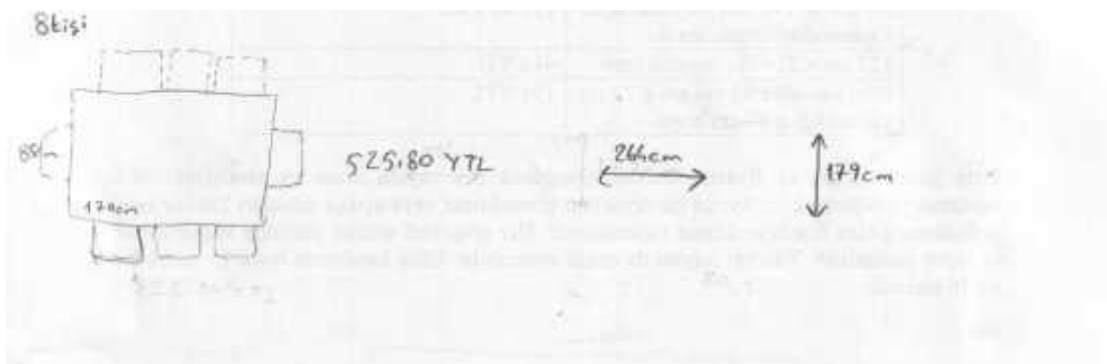
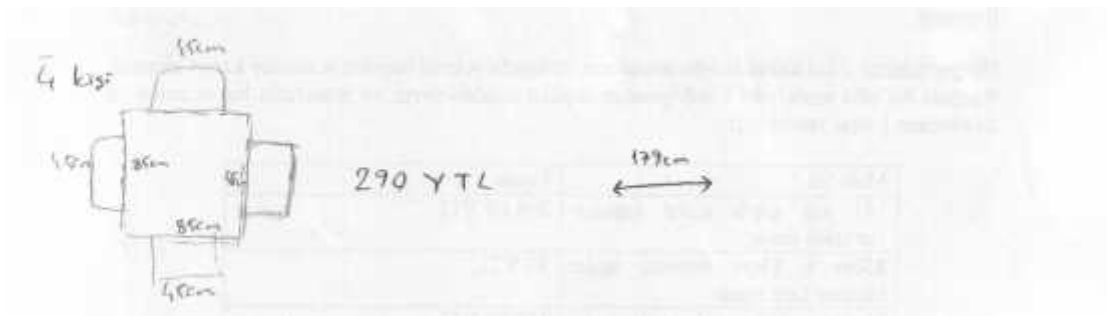
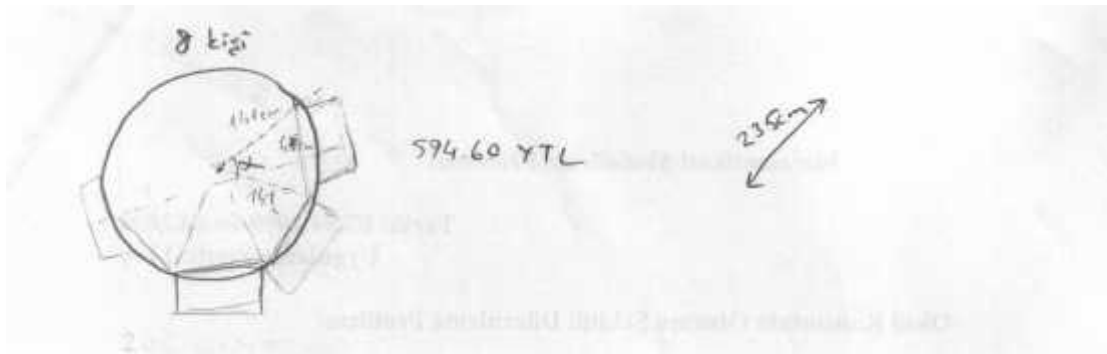
Zayıf Düzeyde Modelleme: 1.Etkinlikte zayıf düzeyde modelleme bulunmamaktadır.

#### 4.3.4.2.2 İkinci Etkinliğin Yorumlanması

İkinci etkinlikte öğrencilerden bir okul kantinini yerleşimini en az fiyata en çok kişinin oturabileceği şekilde yapılması istenmektedir. Burada modelleme yeterliği gerçeğe en yakın çözümü elde etmeyle ilgilidir. Aşağıda ikinci etkinlik için iyi, orta ve zayıf düzeyde modelleme örnekleri ele alınmıştır.







| Masa Türü  | Masaların Sayısı | Sandalyelerin Sayısı | Oturabilecek Kişi Sayısı | Her bir öğrenciye düşen birim fiyat | Toplam Maliyet |
|------------|------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------------------|----------------|
| Dikdörtgen | 24               | 192                  | 192                      | 65.7 YTL                            | 12619 YTL      |
| Dikdörtgen | 25               | 200                  | 200                      | 66.2 YTL                            | 13245 YTL      |
| Bank       | 36               | —                    | 360                      | 41.2 YTL                            | 14832 YTL      |
|            |                  |                      |                          |                                     |                |
|            |                  |                      |                          |                                     |                |
|            |                  |                      |                          |                                     |                |

192 kişi, 24 masa, 12619.2 YTL

200 kişi, 25 masa, 13245 YTL

### Şekil.4.3 2. Etkinlikte İyi Düzeyde Modelleme Örneği

İyi Düzeyde Modelleme: Problemi derinlemesine ve kapsamlı bir şekilde anladıklarını gösteren özellikleri yerine getirmişlerdir. Masaları ve bankı ayrı olarak çizip masaların etrafına kaç sandalye yerleşebileceğini ve banka kaç kişinin oturabileceğini hesaplamışlardır. Aynı zamanda fiyat hesaplaması yapmışlardır. Matematikleştirmede basitleştirmeye göre biraz daha zayıf kalmışlardır. Ancak anlaşılabilir matematiksel temsiller oluşturabilmişlerdir. Kullandıkları çözüm yolu başka benzer problemlere de transfer edilebilir özellik göstermektedir. Dikdörtgen masa ve bank için ayrı çözüm yolları hesaplayarak olası farklı çözümleri elde etmişlerdir. Problemin basit durumu için ortaya konan çözüm aynı zamanda problemin çözümü olabilecek konumdadır.

Orta Düzeyde Modelleme: Probleme grup, verilen durumu derinlemesine ve kapsamlı şekilde anlamışlardır. Tüm masalar, sandalyeler ve bank için gerekli hesaplamaları yapmışlardır. Her bir durum için gerekli matematikleştirmeyi çok iyi şekilde yapmışlardır. Matematiksel olarak geçerli işlemler yapabilmiş ve matematiksel form için bir çözüm yolu ortaya koyabilmişlerdir. Yorumlama aşamasında grup biraz zayıf kalmıştır. Alanın tamamını çizmemişlerdir. Matematiksel olarak alanın kaç tane masa veya bank alabileceğini ifade etmişlerdir. Şekilsel olarak yerleştirmenin nasıl yapılacağını göstermemişlerdir. Grup

yerleştirmek için bankları seçmiş ama neden bankları seçtiğinin cevabını vermemiştir. Orta düzeyde modelleme örneği Ek-T de verilmiştir.

Zayıf Düzeyde Modelleme: Grup kare ve dikdörtgen masaları birleştirerek oturtmaya çalışmıştır. Bir kare ve bir dikdörtgen masayı birleştirerek birleşik masanın etrafına 12 kişiyi oturtmayı denemişlerdir. Şeklin ortasına temsili kare ve dikdörtgen bir masa çizip diğer alanları boş bırakarak herhangi bir gösterimde bulunmamışlardır. Ayrıca farklı oturma biçimlerini hesaplamamışlar, farklı çözüm yollarını denememişlerdir. Problemin çözümünü de yanlış yapmışlardır. Yerleşebilecek kare ve dikdörtgen sayısı birleşik halde 21'den azdır. Sonucu doğru hesaplayamamışlardır. Ortaya koydukları modeli herhangi bir yorumlama çabası içine girmemişlerdir. Çözümü net olarak belirtmemişlerdir. Elde ettikleri çözümün problemin çözümü olduğu konusunda başarısız olmuşlardır. Zayıf düzeyde modelleme örneği Ek-T de verilmiştir.

#### **4.3.4.2.3 Üçüncü Etkinliğin Yorumlanması**

Üçüncü etkinlikteki problem voleybolla ilgilidir. 18 oyuncunun 3 eşit takıma ayrılması istenmektedir. Oyuncularla ilgili istatistiksel bilgiler ve koçun yorumları verilmiştir. Buradaki modelleme yeterliği verileri ve yorumları doğru kullanarak gerçekçi takımlar kurabilmeye bağlıdır. Aşağıda üçüncü etkinlik için iyi, orta ve zayıf düzeyde modelleme örnekleri ele alınmıştır.

|    |           |        |          |
|----|-----------|--------|----------|
| A: | Angie     | Tina   | Gertrude |
|    | x         | x      | x        |
|    | Christina | Jill   | Nikki    |
| B: | Robin     | Rhonda | Rebecca  |
|    | x         | x      | x        |
|    | Ruth      | Lori   | Andrea   |
| C: | Kim       | Beth   | Amy      |
|    | x         | x      | x        |
|    | Emmalinda | Kate   | Ana      |

A: Angie'nin babası koçmur. Oysa den iyi bir oyuncu olabilir. 54 cm zıplayabilmesi ve 173cm boyu olması iyi bir smaçör olabileceğini konitliyor.

Tina, kısa boyu ve çevikliğiyle çok iyi bir pasör ve kollarına psire çok iyi bir oyuncu.

Gertrude, 182 m boyu ve tekniğiyle smaçörlük için bilgilendirilmiştir.

Christina kış bir oyuncu olduğu ve takımlarını değerlendirmek için bu takımda psire aldı.

Jill, nedense pasör yapmaz. Bir tek burada yer kaldı.

Nikki, çok iyi servis atar ve iyi bir oyuncu olduğu için bu takımda yer aldı.

B: Robin çok dayanıklı, çok iyi vuruları olan ve ortalamaya bir baya olan sumoist olduğu için bu takımdadır.  
Rhonda iyi bir takım oyuncusudur ayrıca baya da pasörler için çok uygundur.  
Rebecca uzun boylu ve tam bir sumoist özellikleri gösteriyor. Bu takımın ana ihtiyacı var.  
Ruth kız kardeşi gibi onun da voleybola yeterliği vardır.  
Lori vuruları pek iyi değil ayrıca gücüne de sınırlanıyor.  
B. jünden pasör sarprazı.  
Andrea çok güçlü ve ayrıca hızlı servisleri de gayet iyi bu sebeple bu pozisyona uygundur.

C: Kim çok iyi bir bloker.  
Beth kendi ayakları üzerinde durabilen gerçek bir oyuncu.  
Amy süphesiz en iyi oyuncudur.  
Ermalında hızlı ve gerçek bir oyuncudur.  
Kate servislerden sonra top karşılamak için birebir libero.  
Ana başarılı takımlardan gelmiş bir oyuncu kendine güveni yok olduğu için. Ama takımların dengelenmesi gerekir bu sebeple bu takımda.

Takımları oluştururken enkese biraz zorlandık. Ama belli kriterler belirleyip bu takımları oluşturduk.

Tabii öncelik olan bu kriterleri belirlemektir. Takımları oluştururken önce en iyi oyunculara sorduk. 3 takıma bu oyunculara yerleştirdik. En iyi oyunculara sorduk derken mesela sumoistlik için en iyi 3 oyuncuyu sorduk takımlara dağıttık. Pasörler için en iyi 3 oyuncuyu sorduk takımlara dağıttık. Her oyun bölgesi için bu işlemi yaptık. Kısa oyuncular da eşit bir şekilde yerleştik. Mesela bazı kriterler var. Sumoistler uzun boylu olmalıdır ya da en gücüne dokunabilen oyuncular olmalı desek daha doğru. Sumoistleri seçerken bu kriterlere baktık.

Geniş olarak eğitim özelliklerine yakinen takımlar oluşturduğumuzla ilgiliyiz.

Şekil 4.4 3. Etkinlikte İyi Düzeyde Modelleme Örneği

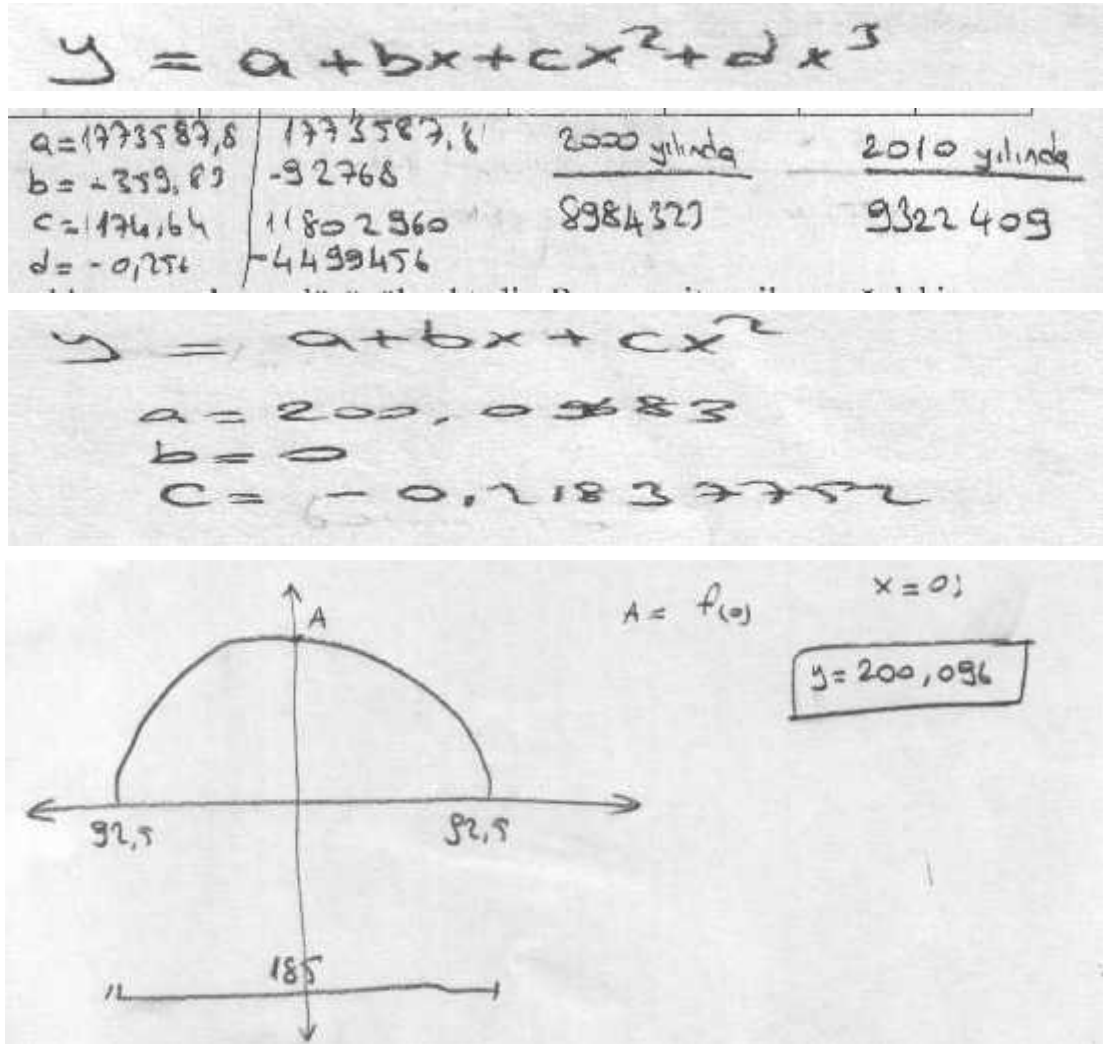
İyi Düzeyde Modelleme: Grup voleybol oyununa hâkimdir. Her bir oyun mevkisi için en uygun 3 oyuncuyu belirleyerek ayrı ayrı takımlara yerleştirmişlerdir. Oyuncuları fiziksel, istatistiksel ve koçun yorumlarına göre 3 farklı ölçütle iyi ve kötü olarak ayırmışlardır. Bu durum problem durumunu derinlemesine anladıklarını göstermektedir. Matematiksel veriler arasında ilişki kurmuşlar, koçun yorumlarıyla bu ilişkileri desteklemişlerdir. Sonuçta iyi düzeyde bir matematiksel temsile ulaşmışlardır. Elde ettikleri problem çözme formu başka çözümler için de uygulanabilecek durumdadır. Grup problemin basitleştirilmiş formunu yorumlayabilmiştir. Ayrıca yaptıkları yorumlarda farklı çözümlere olanak sağlamaktadır. Problemin çözümü için raporda geçerliğini sağlama gayreti içinde olmuşlardır. Problemle ilgili genişletmelere şans tanıyacak açıklamalarda bulunmuşlardır.

Orta Düzeyde Modelleyici: Grup problemi anladığını gösterebilmiş problemle ilgili temel bileşenleri açık bir şekilde kullanabilmiştir. Grup her bir oyuncunun ana karakterini kodlamıştır. Bu oyuncuların tipik özelliklerini sınıflandırmış daha sonra takımlara eşit bir dağılım yapmaya çalışmışlardır. Ele aldıkları problemin daha iyi anlaşılmasını sağlayacak matematiksel temsil oluşturabilmişlerdir. Matematiksel olarak geçerli işlemler yapmışlar ve bir çözüm ortaya koyabilmişlerdir. Oyuncuları performanslarına, boylarına ve yeteneklerine göre ayırmayı denemişler, ayıramadıkları oyuncuları ise dengeli paylaştırmaya çalışmışlardır. Çözümü doğru bir şekilde yorumlayabilmişlerdir. Problemin basitleştirilmiş formu için ortaya konan çözümün aynı zamanda problemin çözümü olduğunu göstermişlerdir. Orta düzeyde modelleme örneği Ek-T de verilmiştir.

Zayıf Düzeyde Modelleme: Grup takımları belli ölçütlere göre ayırmış ama hangi ölçütleri kullandığını raporlaştırmamıştır. Problemi anladıkları yaptıkları çözümden anlaşılmaktadır. Ele alınan problemin daha iyi anlaşılabilmesini sağlayan matematiksel bir temsil oluşturmuşlardır. Grup seçtiği modelle matematiksel olarak geçerli işlemleri yapabilmiştir. Problemin basitleştirilmiş formu dikkate alındığında model yardımıyla ortaya koydukları çözümle ilgili çok az yorumlama yapmışlardır. Problemin çözümü için gösterdikleri gerekçeli çözüm problemi açıklamak için yeterli olmamıştır. Zayıf düzeyde modelleme örneği Ek-T de verilmiştir.

#### 4.3.4.2.4 Dördüncü Etkinliğin Yorumlanması

Etkinlikte doğrusal nüfus artışı bir şehrin nüfusuyla ilgili bilgilere yer verilmiştir. Ayrıca ikinci soruda ikinci dereceden bir denkleme bağlı bir arş yapılması istenmektedir. İlk soruda nüfusun tahmin edilmesi beklenmektedir. Buradaki modelleme yeterliliği doğru bir matematiksel model üreterek ilgili yıldaki nüfusu doğru tahmin etmektir. İkinci soru bir şehrin bir noktasını arş yapılması için gerekli düşey yükseklik ve yatay uzunluk değerlerinin hesaplanması gereklidir. Buradaki modelleme yeterliliği doğru matematiksel modeli bularak arşın yatay uzunluğunu ve düşey yüksekliğini hesaplamaktır. Aşağıda dördüncü etkinlik için iyi, orta ve zayıf düzeyde modelleme örnekleri ele alınmıştır.



Şekil 4.5 4.Etkinlikte İyi Düzeyde Modelleme Örneği

İyi Düzeyde Modelleme: 1. problemde grup  $y=a+b*x+c*x^2+ d*x^3$  şeklinde bir model ortaya koymuşlardır. a,b,c,d değerlerini hesaplamışlardır. 2000 ve 2010 yılları için gerekli çözümleri gerçeğe yakın sonuçlarla ulaşımlardır. 2. problemde arşa ait modeli  $y=a+b*x+c*x^2$  şeklindeki model yardımıyla bulmuşlardır. Problemde yatay uzaklığı ve arşın en yüksek noktasını bulmuşlardır. Problem durumunu derinlemesine ve kapsamlı bir şekilde anlamışlardır. Problemdeki anahtar bileşenler arasındaki ilişkileri kapsamlı bir şekilde kurabilmişlerdir. Uygun bir matematiksel temsil oluşturmuşlardır. Elde ettikleri formüller genellenebilir formüllerdir. Çözüme dikkatle bakıldığında çözümü açıklayıcı tüm durumlar matematiksel yorumlarla sağlanmıştır. Basitleştirilmiş durum için ortaya konan çözüm aynı zamanda problemin çözümünü oluşturmaktadır.

Orta Düzeyde Modelleme: 1. problemde grup  $y=a+b*x+c*x^2+ d*x^3$  tipinde bir denklem elde edip katsayıları bulmuşlardır. Katsayıların nasıl bulunduğu belirtilmemiş, direk denklem verilmiştir. Grup bir ya da birden fazla temel bileşeni dikkate almada dikkatsiz ve başarısız davransa da durumu anladıklarını göstermişlerdir. Durumun daha iyi anlaşılmasını sağlayacak matematiksel bir temsil sağlamışlardır. 2.problemde şekli çizip yeterli basitleştirmeyi gerçekleştirmemişlerdir. Sadece matematiksel temsiller denklemi göstermişlerdir. Arşın yatay uzaklığını ve en yüksek noktasını  $y=a+b*x+c*x^2$  denklemiyle doğru hesaplamışlardır. Çözümün matematiksel yorumu doğrudur. Problemlerle basitleştirilmiş form arasında bağlantıyı açıkça kuramamalarına rağmen, problemin basitleştirilmiş hali için gerekçeli bir çözüm geliştirme çabası içine girmişlerdir. Orta düzeyde modelleme örneği Ek-T de verilmiştir.

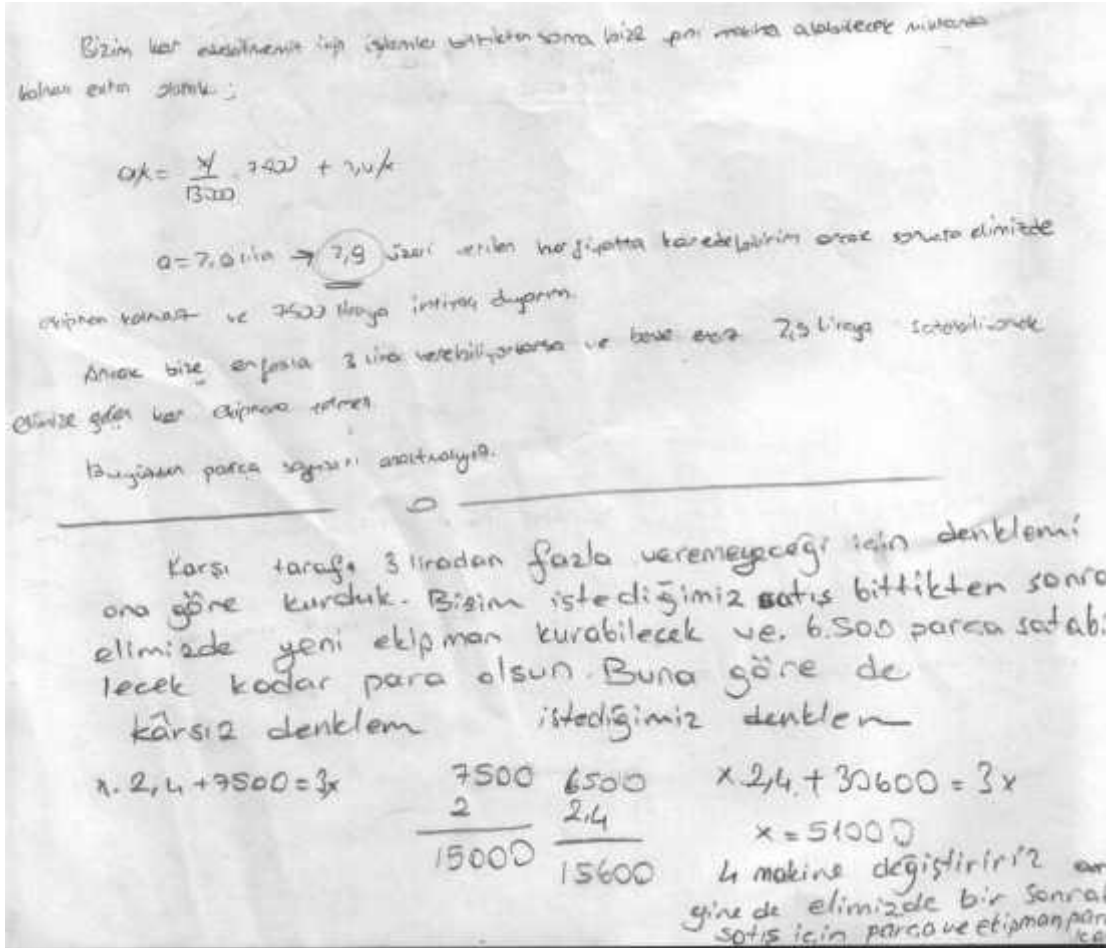
Zayıf Düzeyde Modelleme: Grup,  $y=a+b*x+c*x^2+ d*x^3$  şeklindeki denklemi doğru tahmin etmişlerdir. Katsayıları bulmuşlardır. Elde ettikleri sonuçlar gerçeğe yakın ama yanlış sonuçlardır. 2. problemde  $y=a+b*x+c*x^2$  şeklindeki denklemi doğru tahmin etmişlerdir. Ama açıkça a,b,c, kat sayılarını denklemde göstermemişlerdir. Yatay uzaklığı doğru hesaplamışlar ancak en yüksek noktayı hatalı hesaplamışlardır. Ayrıca 2.problemde şekil çizip şekil yardımıyla basitleştirme yolunu tercih etmemişlerdir. Model yardımıyla ortaya konan çözümün matematiksel



olarak yorumlama çabası az da olsa bulunmaktadır. Problemin basitleştirilmiş hali için gerekçeli bir çözüm geliştirme çabası içine az girmişlerdir. Zayıf düzeyde modelleme örneği Ek-T de verilmiştir.

#### 4.3.4.2.5 Beşinci Etkinliğin Yorumlanması

Beşinci etkinlikte öğrencilerin motor parçası üreten bir firmanın sahibi olmaları istenmektedir. Belli koşullar altında motor parçaları üretmelerine gerek vardır. Buradaki modelleme yeterliği verilen koşullar altında uygun üretimi gerçekleştirmeyi sağlayacak matematiksel bir model oluşturmaktır. Aşağıda beşinci etkinlik için iyi, orta ve zayıf düzeyde modelleme örnekleri ele alınmıştır.



Şekil 4.6 5. Etkinlikte İyi Düzeyde Modelleme Örneği

İyi Düzeyde Modelleme: Grup, problemi çok iyi anlamış ve değerlendirmiştir. Sadece parça satmayı hedeflememiş, kâr etmenin yanında yeni bir makine almayı da göz önünde bulundurmuşlardır. En uygun sayılabilecek fiyatla çok sayıda parça üretmek için birkaç makineyi değiştirmeyi uygun görmüşlerdir. Problem durumunu kapsamlı bir şekilde açıklamışlar, derinlemesine çıkarımda bulunmuşlardır. İstenilen matematiksel temsili uygun bir şekilde oluşturmuşlardır. Mantıksal bir çözüm getirmişlerdir. Problemin çözümü genellenebilecek konumda olup farklı çözümlere olanak sağlamaktadır. Öğrenciler, basitleştirilmiş form için koydukları çözümün, problemin çözümü olduğunu göstermişlerdir.

Orta Düzeyde Modelleme: Grup, problemde teklifi kabul etmemiştir. Problemi anlamışlar ancak gerekli basitleştirme işlemlerini istenilen düzeyde gerçekleştirememişlerdir. Herhangi bir denklem elde edip sonuca gitmemişlerdir. Dört işlemi kullanan matematiksel işlemlerle sonuca gitmişlerdir. Matematikleştirme adımları basitleştirmeye göre daha iyi olmuştur. Grup ayrı bir makine almayı da göz önünde tutmamıştır. Sadece kâr amaçlı bir strateji izlemiştir. Seçtikleri modelde geçerli olarak işlemler yapmışlardır. Çözümün basitleştirilmiş formunu yorumlayabilmişlerdir. Problemin çözümü için doğru bir neden gösterebilecek bir durum geliştirmeye çalışmışlardır. Orta düzeyde modelleme örneği Ek-T de verilmiştir.

Zayıf Düzeyde Modelleme: Grup soruda anlatılmak isteneni anlamamıştır. Teklifi kabul etmemişlerdir. Geçerli bir çözüm yolu geliştirememişlerdir. Soruda herhangi bir sınırlama olmadığını düşünmüşler, herhangi bir çözüm yolu denemekten kaçınmışlardır. Problemin basitleştirilmiş matematiksel temsilini oluşturmada başarısız olmuşlardır. Model geliştirmedikleri için matematiksel çeşidini kullanacakları bir nokta bulamamışlardır. Problemin basitleştirilmesini gerçekleştirmedikleri için elde ettikleri çözümü yorumlamada başarısızdırlar. Tüm aşamalarda grup başarısız olmuştur. Zayıf modelleme örneği Ek-T de verilmiştir.

#### 4.3.4.2.6 Altıncı Etkinliğin Yorumlanması

Altıncı etkinlikteki problemler gerçek verilere dayalı istatistiksel problemlerdir. Erkek ve bayan atletlere ait istatistiksel veriler verilmekte, bayan ve erkek atletlere ilişkin gelecekle ilgili tahminler yapmaları istenmektedir. Buradaki modelleme yeterliği verileri doğru değerlendirip uygun matematiksel model seçip doğru tahmin yapabilmektir. Aşağıda altıncı etkinlik için iyi, orta ve zayıf düzeyde modelleme örnekleri ele alınmıştır.

1

İ. Aracadan erkek denklemleri  
 $y = a + bx$   
 $a = 77,14422$   
 $b = -0,028900703$

İ. Aracadan bayan denklemleri  
 $y = a + bx$   
 $a = 160,70782$   
 $b = -0,070068182$

$a + bx = a_2 + b_2x$   
 $77,14422 - 0,028900703x = 160,70782 - 0,070068182x$   
 $83,5636 = 0,041167479x$   
 $x = 2029$

2

Bayanlar  
 $y = -67,857571 + 0,037821629x$   
 $2088 \Rightarrow y = 11,11$

Erkekler  
 $y = 61,014714 + 0,024364286x$   
 $x = 91,143027$   
 $\downarrow$   
 $\Rightarrow y = 11,11$   
 $2088$

$1026,840936 = 0,012857143x$   
 $x = 2088$  yılında

#### Şekil 4.7 6.Etkinlikte İyi Düzeyde Modelleme Örneği

İyi Düzeyde Modelleme: Grup birinci problemde  $y = a + b \cdot x$  formunda erkekler ve bayanlar için iki doğrusal denklem elde etmişlerdir. Bu denklemleri eşitleyerek eşitlenme yılına ulaşmışlardır. Denklemleri elde ederken veri noktalarının bir doğru etrafında sıralandığının farkına varmışlardır. İkinci problemde yine veri setinin bir

doğru etrafında sıralandığını görmüşlerdir.  $x$  değerlerini yıl olarak almışlardır. Ne kadar sürede erkeklerle bayanların eşitlenebileceğini bulmuşlardır. Her iki problem için 100 yıl ve 200 yıl içindeki değerler bulunabilmektedir. Grup problemi derinlemesine ayrıntılı bir şekilde anlamıştır. Anahtar bileşenler arasında başarılı ilişkiler kurmuşlardır. Doğru sonuca götürecek matematiksel temsil oluşturmuşlardır. Kullandıkları model daha farklı çözümlere de olanak sağlamaktadır. Çözümü yorumlayabilecek düzeydedirler. Basitleştirilmiş form düşünüldüğünde basitleştirme için yapılan çözüm aynı zamanda problemin çözümünü oluşturmuştur.

Orta Düzeyde Modelleme: Birinci problemde öğrenciler verileri girdiklerinde hem bayan hem de erkek atletlerin rekor sürelerinin bir doğru etrafında toplandığını anlamışlardır. Bunun için hem bayan hem de erkek atletlerle ilgili modellerini doğrusal bir model (denklem) yardımıyla yapmışlardır.  $x$  sayısını yapılan olimpiyat sayısı olarak belirlemişlerdir. 100 yıllık sürenin kaçınıcı olimpiyat sayısı olduğunu hesaplayarak denklemde  $x$  yerine olimpiyat sayısını yazarak sonucu bulmuşlardır. İkinci problemde yine uzun atlama sürelerini bir doğru etrafında toplandığını görmüşlerdir. Her iki sporcu grubu içinde doğrusal denklem elde etmişlerdir. Bayanları erkekleri geçiş sürelerini tahmin etmişlerdir. Grup problem durumunu bütün temel bileşenleri ile doğru anlamıştır. Tüm bileşenler arasında ilişkileri doğru kurgulamış, sonuca götürecek bir matematiksel temsile ulaşmışlardır. Modelle işlem yapılabilmekte ve model yardımıyla çözüme ulaşılabilir. Ayrıca model genellemelere de imkân tanımaktadır. Grup ikinci problemde problemi yorumlamış, birinci problemde problemi yorumlama ihtiyacı hissetmemiştir. Her iki durumda da çözüm yorumlanabilecek durumdadır. Basitleştirilmiş form için ortaya konan çözüm problemin çözümünü de oluşturmaktadır. Orta düzeyde modelleme örneği Ek-T de verilmiştir.

Zayıf Düzeyde Modelleme: Grup, mantıksal olarak soruyu yanlış düşündüğünden doğru bir matematiksel modelleme geliştirememiştir. Birinci problemde bayanlar için geliştirdikleri model 9. dereceden bir denklem olmuştur. Erkekler için geliştirdikleri model ise 4. dereceden bir denklem (model) olmuştur. İki doğrusal denklem elde edemediklerinden doğru denklemlerini eşitleyip herhangi bir sonuca ulaşamamışlardır. Matematiksel modellemenin yapılamayacağını iddia etmişlerdir.

Çevre faktörlerini işe koşmuşlardır. Erkeklerle bayanların biyolojik metabolizmalarının farklı olduğunu iddia ederek bayan atletlerin ancak çalışmayla erkek atletleri geçebileceğini savunmuşlardır. Bayanların metabolizmalarının erkeklerden yavaş kaldığını düşünerek hiçbir zaman bayanların iki sporda da erkekleri geride bırakamayacaklarını düşündükleri görülmüştür. Grup gerçek hayat problemini az da olsa anlamıştır. Problemin matematikleştirilmiş temsilini oluşturmuşlar ancak bu temsil onların daha iyi anladığı sonucuna götürmemiştir. Modeli doğru bir şekilde kullanmada ve problemin basitleştirilmiş halini çözmede başarısız olmuşlardır. Model yardımıyla ortaya konan çözümü yorumlamada başarısızdırlar. Problemin basitleştirilmiş formu için ortaya konan çözümün ilk problem durumu için de çözüm olduğu nedenini belirtmede başarısız olmuşlardır. Zayıf modelleme örneği Ek-T de verilmiştir.

#### 4.3.4.2.7 Yedinci Etkinliğin Yorumlanması

Etkinlikte bir amfide belirli ölçütlere göre belli bir zaman aralığında kaç kişinin rahatça oturabileceği sorulmaktadır. Etkinlikteki modelleme yeterliği uygun koşullar altında kaç kişinin oturabileceğini bulmaktır. Aşağıda yedinci etkinlik için iyi, orta ve zayıf düzeyde modelleme örnekleri ele alınmıştır.

Handwritten calculations on a piece of paper:

$$\frac{170 \cdot 3}{10^4} = \frac{510}{10^4} = \frac{51}{10^3} \text{ başta bulunan CO}_2$$

$$\frac{17 \cdot 2}{100} = \frac{34}{100} \rightarrow \text{temizlenen miktarı.}$$

$$\frac{190 \cdot 1}{10^3} = \frac{19}{10^2} \rightarrow \text{en fazla CO}_2$$

$$X - \frac{340}{100} = \frac{17}{100} X = \frac{357}{100} \cdot \frac{357}{100} - \frac{0,51}{100} = \frac{356,49}{100}$$

$$\frac{35649 \cdot 10^{-4}}{36 \cdot 47 \cdot 10^{-5}} = 210$$

Şekil 4.8. 7.Etkinlikte İyi Düzeyde Modelleme Örneği

İyi Düzeyde Modelleme: Öncelikle grup başta amfide bulunan karbondioksit miktarını hesaplamıştır. Daha sonra saatte temizlenen hava miktarını ve saatte üretilen karbondioksit miktarını hesaplamışlardır. Gerekli hesaplamaları yaparak sonuca gitmişlerdir. Basitleştirme ve matematikleştirme süreçlerini tam anlamıyla yerine getirmişlerdir. Geçerli matematiksel işlemler yapabilmişler, çözüm getirmişlerdir. Model yardımıyla ortaya konulan çözümleri açıklayabilecek bir gerekçe sunmaya olanak verecek bir çözüm yolu sunmuşlardır. Geçerlik aşamasında biraz daha zayıf kalmışlardır. Elde ettikleri sonucun doğruluğunu gösterecek bir süreç içine tam olarak girmemişlerdir. Genel anlamada grup başarılı olmuştur.

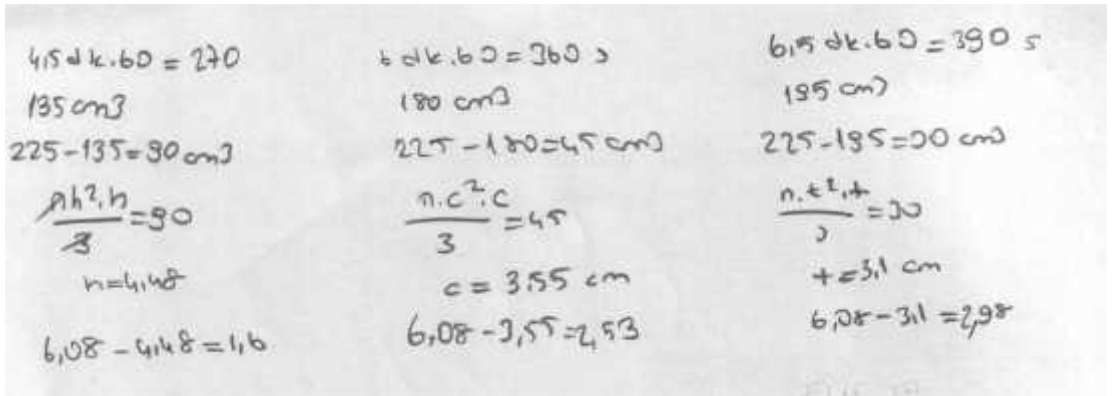
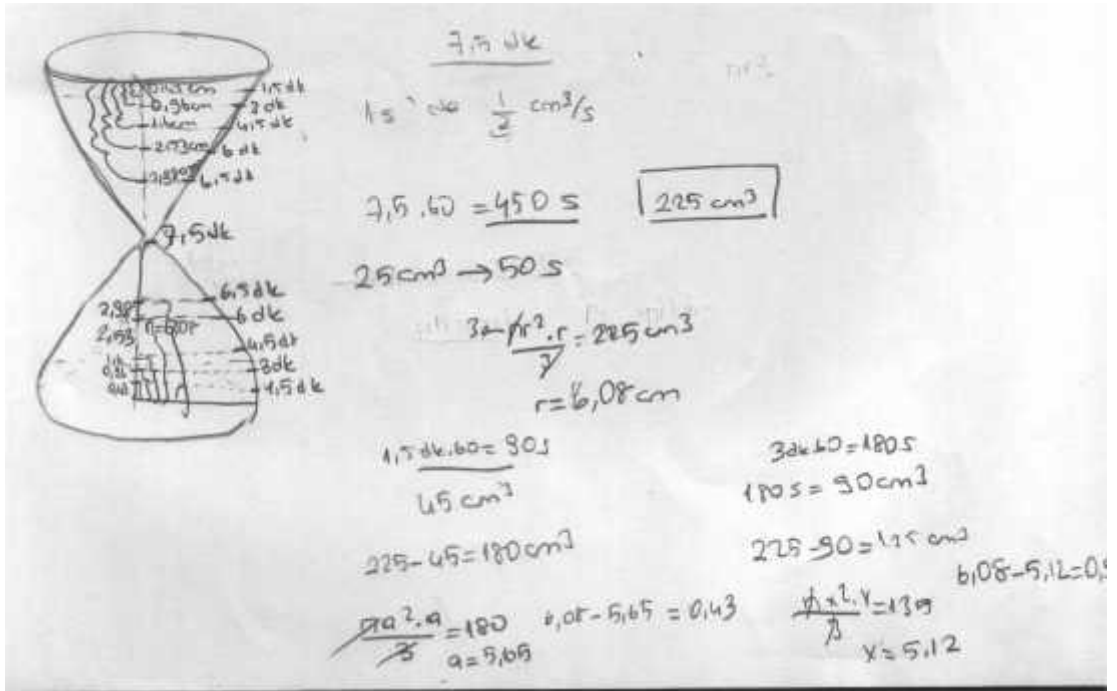
Orta Düzeyde Modelleme: Bu grup iyi olan gruba benzer hesaplamalar yapmıştır. Bazı ifadelerin yanına ne bulduklarını yazmışlardır, ancak tam anlaşılır durumda yazılmamıştır. Problem durumunu doğru bir şekilde anlamışlar, gerekli basitleştirmeleri yapmaya çalışmışlardır. Matematikleştirmede bir denklem bulup sonuca gitmişlerdir. Elde ettikleri çözüm gerçek çözüme yakın bir sonuçtur. Matematiksel olarak geçerli şekilde modelle işlemler yapabilmişler, matematiksel bir çözüm ortaya koyabilmişlerdir. Ortaya konan çözümü daha az yorumlama çabası içindedirler. Basitleştirilmiş form için çözümü yorumlamışlardır. Problemin basitleştirilmiş formu için ortaya konan çözümün aynı zamanda ele alınan çözüm olduğunu gösterme çabası içine girmişlerdir. Orta düzeyde modelleme örneği Ek-T de verilmiştir.

Zayıf Düzeyde Modelleme: İyi ve orta düzeydeki gruplara benzer hesaplamalar yapmışlardır. Ancak hangi hesaplamayı hangi durum için yaptıklarını belirtmemişlerdir. Başlangıçta yaptıkları hesaplamalar doğru ama açıklamaları yoktur. Problemi doğru şekilde anladıkları görülmüştür. Problemin daha iyi anlaşılmasını sağlayan matematiksel temsili yapmışlar ama açıklama belirtmemişlerdir. Doğrusal bir denklem kurarak çözüme gitmişlerdir. Problemin matematiksel durumu için bir çözüm ortaya koyabilmişlerdir. Yorumlamada ve geçerlilikte daha başarısızdırlar. Herhangi bir yorumlama yapmamışlardır. Matematiksel sonucun getirmiş olduğu yorumlamayla kalmışlardır. Geçerlikte problem durumunun çözümünün elde ettikleri sonucun neden olduğunu

belirtmemişlerdir. Çözümleri yanlıştır. Zayıf düzeyde modelleme örneği Ek-T de verilmiştir.

#### 4.3.4.2.8 Sekizinci Etkinliğin Yorumlanması

Sekizinci etkinlikte her iki tarafı eşit konikten oluşan bir kum saati verilmiş, bir konikten diğerine sıvının boşalması için geçen zamanın zaman ölçer olarak gösterilmesi istenmiştir. Problemden modelleme yeterliği zaman ölçeri gerçeğe en yakın olarak yapabilmektir. Aşağıda sekizinci etkinlik için iyi, orta ve zayıf düzeyde modelleme örnekleri ele alınmıştır.



Şekil 4.9 8.Etkinlikte İyi Düzeyde Modelleme Örneği

İyi Düzeyde Modelleme: Öğrenciler problemin gerektirdiği basitleştirmeyi çok iyi düzeyde yapmışlardır. Şekli çizmişler, üzerine dakikaları zaman dilimleri halinde göstermişlerdir. Hacim hesaplamasından yüksekliklerin yardımıyla yarıçapları hesaplamışlardır. Matematikleştirme aşamasında tüm çözümleri doğru yapmışlardır. Bu durum onların problem durumunu derinlemesine ve kapsamlı şekilde anladığını gösterir. Özelliklere göndermede bulunmuşlardır. Problemin anahtar bileşenleri arasında ilişkileri kapsamlı bir biçimde anlamışlar, uygun matematiksel temsilleri üretmişlerdir. Problemin çözüm yöntemi genellenebilecek şekilde olmuştur. Yorumlama ve geçerlik aşamalarını da başarılı bir şekilde tamamlamışlardır. Basitleştirilmiş durum dikkate alındığında çözüm yorumlanabilmektedir. Basitleştirilmiş form için ortaya konan çözüm aynı zamanda problemin çözümüdür.

Orta Düzeyde Modelleme: Öğrenciler problemin gerektirdiği şekli çizmişler ancak buldukları zaman dilimlerini şeklin üzerinde göstermemişlerdir. Grup problem durumunu anlamıştır. Hacim ve sıvının yüksekliğinden yararlanarak dakikalar için gerekli zaman dilimlerini bulmuşlar ancak şekle yansıtmamışlardır. Ayrıntılı hesaplamalar yapmışlar. Problemin tüm bileşenlerini doğru bir şekilde ele almışlardır. Anahtar bileşenler arasında kapsamlı bir şekilde anlamlı sonuca götürecek matematiksel bir temsil oluşturmuşlardır. Modelle geçerli işlemler yapmışlar ve geçerli bir sonuç ortaya koymuşlardır. Sonucu yorumlamada ve geçerliği sağlamada nispeten daha az başarılıdırlar. Basitleştirilmiş form dikkate alındığında ortaya konan çözümün gerçek olduğunu yorumlama çabası çok azdır. Basitleştirilmiş form için ortaya konan çözümün problemin çözümü olduğunu gerekçelendirmede başarısız olmuşlardır. Orta düzeyde modelleme örneği Ek-T de verilmiştir.

Zayıf Düzeyde Modelleme: Öğrenciler soruyu çözerken sadece oran-orantı kullanabilmişlerdir. Bu da geometrideki benzerlik konusundaki bilgilerini kullanmaya çalıştıklarını göstermektedir. Soruyu anlamışlar ancak gerekli matematiksel işlemleri yapamamışlardır. Modeli doğru bir şekilde kullanmada ve problemin matematikleştirilmiş formunu çözmeye başarısız olmuşlardır. Model yardımıyla ortaya konan çözümü yorumlamada başarısız olmuşlardır. Basitleştirilmiş form için ortaya konan çözümün aynı zamanda ilk durum için çözüm olduğunu



gerekleştirmede başarısızdırlar. Zayıf düzeyde modelleme örneği Ek-T de verilmiştir.

Alanyazın incelendiğinde fen lisesi öğrencilerinin modelleme yeterliklerinin araştırıldığı bir araştırmaya rastlanmamıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçların alana yeni bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

#### **4.3.5 Matematik Eğitiminde Teknolojinin Kullanımı**

Matematiksel modelleme etkinliklerinde bilgisayar yazılımları (Curve Expert ve MSeExcel) ve bilimsel fonksiyonlara sahip hesap makineleri kullanılmıştır. Öğrencilerin bilgisayar ve hesap makinelerinin matematik problem çözmede kullanımına ilişkin tutumları, bilgisayarların ve hesap makinelerinin matematik eğitiminde kullanımına ilişkin düşünceleri alınmaya çalışılmış ve çözümlenmiştir. Çözümlemelerin sırası problem çözmede bilgisayarların kullanımına karşı tutum, matematik eğitiminde bilgisayar kullanımı, problem çözmede hesap makinelerinin kullanımına karşı tutum ve matematik eğitiminde hesap makinesinin kullanımı şeklinde olmuştur.

##### **4.3.5.1 Problem Çözmede Bilgisayara Karşı Tutumlar**

Etkinlikler süresince ve etkinlikler sonucunda problem çözmede bilgisayarların kullanımı hakkındaki öğrencilerin düşünceleri ve tutumları günlüklerdeki çözümde bilgisayar veya hesap makinesi kullandınız mı? Kullandıysanız veya kullanmadıysanız nedenini açıklayınız? (Lütfen düşüncelerinizi en az 4-5 cümleyle ifade ediniz) ve son anketteki “Model oluşturma etkinlikleri sonrasında bilgisayarları matematik derslerinde problem çözmede kullanılmasına nasıl bakıyorsunuz?” sorularıyla alınarak çözümlenmiştir. Öğrencilerin problem çözmede bilgisayarların kullanımı hakkındaki görüşleri ve tutumları problem çözmede bilgisayar kullanımı alt temasıyla ilgili çözümleme sayılaşdırılarak frekansları aşağıda Tablo 4.50’de verilmiştir:

**Tablo 4.50. Problem çözmeye bilgisayarların kullanımı ile ilgili yüklemelerin frekans dağılımı**

| <b>Kodlamalar</b>  | <b>Frekans</b> |
|--|----------------|
| <i>Bilişsel İşlevler</i>   |                |
|  | <b>110</b>     |
| Zor problemlerde hızlı (kısa sürede) çözüm sağlama/zamandan tasarruf       | 36             |
| Bilgisayar programları (yazılımları) problem çözmeyi kolaylaştırıcı        | 32             |
| Denklemler ( matematiksel modeller) için bilgisayar yazılımına ihtiyaç var | 18             |
| Bilgisayar yardımıyla problem çözmeyi öğrenme                              | 13             |
| Bilgisayarlı problem çözme becerisi gelişti                                | 4              |
| Konuya göre kullanılabilir   | 3              |
| Zor konuları (problemleri) görselleştirerek basitleştirme                  | 2              |
| Kesin sonuca ulaşma  | 1              |
| Bazı problemlerin teknolojiyle çözülebileceğini görme                      | 1              |
| Bilgisayar programı öğrenme  | 1              |
| <i>Duyuşsal Özellikler</i>   |                |
|  | 8              |
| Problem çözmeye bilgisayar kullanmaktan hoşlanma                           | 3              |
| Bilgisayarlı matematiğe karşı bakış açısının olumlu yönde değişmesi        | 2              |
| Bilgisayarlı matematik daha eğlenceli                                      | 2              |
| Bilgisayar kullanma kaygısının azalması                                    | 1              |

Öğrenciler, bilgisayar yazılımının kullanılmasıyla problem çözmeye kolaylaştığını; daha hızlı çözüme ulaştıklarını ifade etmişler. Denklemler (matematiksel modeller) için bilgisayar yazılımını kullanmanın zorunlu olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, bilgisayarlar yardımıyla problem çözmeyi öğrendiklerini, bilgisayarlı problem çözme becerilerinin geliştiğini vurgulamışlardır. Problem çözmeye bilgisayar kullanmaktan hoşlanmışlardır.

Öğrencilerin problem çözmeye bilgisayarların kullanımıyla ilgili düşünceleri şöyledir:

Bilgisayarların sağladığı işlemci gücü sayesinde daha kolay ve hızlı bir çözüme ulaşabiliriz (FLÖ-14, 11-A, deney grubu, son anket).

Daha yararlı olduğuna inanıyorum. Mantık dışında hata yapmamızı engeller. Daha kısa sürede ve basit şekilde çözüme ulaşırız (FLÖ-4, 11-B, deney grubu, son anket).

Yardımcı yazılımlar sayesinde görsel verilere ulaşabiliriz (FLÖ-36, 11-A, deney grubu, son anket).

Bilgisayar kullanmamda yardım etti. Programı bir kez daha kullandım. Bilgisayarla zor problemlerin yapılışının çok daha kolay olduğunu düşündürdü ( FLÖ-10, 11-B, deney grubu, günlük,4.etkinlik).

Sağladı. Bilgisayarla problem çözmeyi öğreniyoruz. Farklı soru tipleri görüyoruz (FLÖ-6, 11-A, deney grubu, günlük, 4.etkinlik).

Evet, matematiğin bilgisayar yardımıyla daha da eğlenceli olduğunu keşfettim. Bu da benim matematikle ilgili düşüncelerimi daha da güzelleştirdi (FLÖ-29, 11-B, deney grubu, günlük, 6.etkinlik).

Bilgisayardan yararlandım. Bilgisayar kullanmamın nedeni grafiği oluşturan program var. Zamandan tasarruf yapmamı sağlıyor ( FLÖ-32, 11-B, deney grubu, günlük, 1. etkinlik ).

Çıkan sayılar çok karışıktı ve denklem oluşturmak için programlara ihtiyaç duyduk (FLÖ-33, 11-B, deney grubu, günlük,1.etkinlik).

Çözümde bilgisayar ve hesap makinesi kullandık. Bu denklemi bilgisayar yardımı olmadan bulamazdık ( FLÖ-12, 11-A, deney grubu, günlük, 6.etkinlik).

Bilgisayar kullandık. Denklem kurarken bilgisayar programından yararlandık ( FLÖ-3, 11-A, deney grubu, günlük,6.etkinlik).

Evet, kullandık. Çünkü kullanmadan çözülemeyecek bir problemdi (FLÖ-16, 11-B, deney grubu, günlük, 4.etkinlik)

Yukarıdaki ifadelerde problem çözmeye bilgisayarın kullanımına yönelik görüşler yer almaktadır. Aşağıda 1. etkinlikten alınan transkripte bilgisayar yazılımlarının kolaylaştırıcı rolü açıkça görülmektedir:

...

- (1) (Öğrenciler bilgisayar laboratuvarındalar, her grup kendi bilgisayarını açtı. Aynı zamanda hepsi Curve Expert programını kullanmaya başladı. Bununla birlikte, hesap makinesinden de yararlanmaya başladılar.)
- (2) FLÖ-15: (B, şehrinin 75 binlik nüfusundan her yıl yüzde dört arttırarak diğer yıllarda ulaşacağı nüfusu hesaplayıp söylüyor, elinde hesap makinesi var.).
- (3) FLÖ-12: ( B şehrinin nüfus artışı değerlerini x sütununa yıl, y sütununa nüfus gelecek şekilde verileri curve expert programına giriyor, bilgisayarı kullanıyor, sağında Cansu solunda Ata yer alıyor.)
- (4) FLÖ-17: (Girilen verileri ve hesaplamaları kontrol ediyor, kağıt ve kalem kullanıyor.)
- (5) ( 7.yılın verisini girdikten sonra, verilerin virgüllerini tama yuvarlayıp yuvarlamayacaklarını konuştular, ama tama yuvarlamadılar. 7.yılın verileri girildikten sonra)
- (6) FLÖ-12: Tamam artık yeterli.
- (7) FLÖ-17: Tamam, bir değer daha girelim. 8.yılın değerini.
- (8) ( 8. yılın değerini girdikten sonra grup uygun olan denklemi belirlemeye çalıştı.)

- (9) FLÖ-12: ( Programdaki denklem hesaplama olan ikinci derece, polinomal ve doğrusal fonksiyon denklemlerinden hangisini seçeceklerine karar vermeye çalıştılar.)
- (10) FLÖ-12: P(x)'i kullanmalıyız (Eliyle arkadaşlarına işaret ediyor.)
- (11) FLÖ-17: Doğrusal değil mi? ( Programın sağında gösterilen noktaların x-y düzleminde yer alışını örnek gösteriyor.)
- (12) FLÖ-12: Fark etmez, zaten.
- (13) FLÖ-12: P(x) değerlerinden de bulabiliriz.
- (14) FLÖ-17: Nasıl yani.
- (15) ( Daha sonra, Burak polinomal grafiği seçerek işaretledi. Noktaları birleştiren bir grafik elde ettiler.)
- (16) FLÖ-15: İnfö'ya basalım. ( polinomal denklem üreten komuta)
- (17) ( Polinomal fonksiyon düğmesine bastıktan sonra)
- (18) FLÖ-12: Vavvv...
- (19) FLÖ-17: Aynı şey.
- (20) FLÖ-17: Tamam denklemi bulduk, hadi bakalım.
- (21) ( Program, gruba  $a+bx+c*x^2+d*x^3$  şeklinde 3. dereceden bir denklem verdi, a,b,c,d değerleri de verildi.)
- (22) FLÖ-17: a ve d değerlerini vermiş, gördün değil mi ?
- (23) FLÖ-12: (Polinomal fonksiyonun değerini arttırdı ve daha üst derece bir denklem elde edilip edilemeyeceğini arkadaşlarına gösterdi.)
- ....

Yukarıda 1. etkinlikle ilgili ilk problemin çözümüne ait transkriptin bir kısmı verilmiştir. Öğrenciler bilgisayar programı yardımıyla kolayca denklemlere ulaşip çözüm için gerekli modelleri üretebilmişlerdir. Bu ürettikleri modeller arasında en uygun olanı tartışma ortamı içinde seçmişlerdir. Bilgisayar programı denkleme hızlı ulaşılmasını sağlamıştır. Bilgisayar programı problem çözmeyi kolaylaştırmış, bilgisayar yazılımı olmaksızın modellerin elde edilemeyeceği görülmüştür. Bu durumlar yukarıdaki Tablo 4.50 deki yüklemelerle uyushmaktadır.

Teknoloji öğrencilerin mevcut yeteneklerinin ve deneyimlerinin ötesinde olan matematiksel konuları çalışmalarına imkân sağlar [209,s.669]. Teknolojiyle geleneksel beceriler üzerinde daha az zaman harcanır, problem çözüme becerileri için gerekli zaman sağlanır [36]. Uygun teknolojilerle bir modelin anlaşılmasını engelleyen matematiksel engelleri aşmak mümkündür. Teknoloji daha az matematikle daha uygun karmaşık modelleri öğrencilerin yapmasını sağlayabilir [39,s.34-35]. Bilgisayarlar problem çözümünde daha zengin ortam ve deneyim sunmaktadırlar [189]. Bilgisayar yazılımları hızlı ve etkili bir şekilde grafiksel çözüm elde ederek modeli analiz etmeyi sağlar [39,s.44]. Elde edilen veriler ilgili alanyazınla uyushmaktadır. İlgili alanyazından farklı olarak öğrenciler problem

çözmede bilgisayar kullanmaya karşı olumlu tutum göstermişlerdir. İlgili alanyazında bilgisayarlı modellemenin daha çok bilişsel faydaları vurgulanmıştır.

#### 4.3.5.2 Bilgisayarların Matematik Eğitiminde Kullanımı

Etkinlikler süresince ve etkinlikler sonucunda matematik eğitiminde bilgisayarların kullanımı hakkındaki öğrencilerin düşünceleri son anketteki “Matematik eğitiminde bilgisayarların kullanılmasıyla ilgili görüşleriniz nelerdir?” sorusu yardımıyla alınarak çözümlenmiştir. Öğrencilerin matematik eğitiminde bilgisayarların kullanımı hakkındaki görüşleri matematik eğitiminde bilgisayar kullanımı alt temasıyla ilgili çözümlene sayısallaştırılarak frekansları aşağıda Tablo 4.51 verilmiştir:

**Tablo 4.51. Matematik eğitiminde bilgisayarların kullanımı ile ilgili yüklemelerin frekans dağılımı**

| <b>Kodlamalar</b>   | <b>Frekans</b> |
|---|----------------|
| <i>Olumlu Yüklemeler</i>  | <i>54</i>      |
| Bilgisayarlar modellemeyi kolaylaştırıcı-basitleştirici                         | 21             |
| Bilgisayar her alanda kullanılan teknoloji-yaşam, matematik ve teknoloji iç içe | 15             |
| Problem çözümede modellemede kullanılması                                       | 10             |
| İleri düzey matematikte kullanma  | 3              |
| Teknolojiyle içi içe geçmiş eğitim sistemi                                      | 2              |
| Belli zaman aralıklarında kullanma  | 2              |
| Bilgisayar yorumlamaya yardımcı   | 1              |
| Çok boyutlu düşünme sağlar  | 1              |
| <i>Olumsuz Yüklemeler/Engeller</i>  | <i>14</i>      |
| Matematikte teknoloji kullanımına yönelik ön yargılar                           | 7              |
| Öğrencinin dikkati dağılıbilir  | 2              |
| Çok gerekmedikçe bilgisayar kullanılmamalı                                      | 1              |
| Bilgisayar olmadan da problem çözülebilir                                       | 1              |
| Akademik bilgi gerektiren durumlar olduğundan lisede gerek yok                  | 1              |
| Etkinlikler dersten farklı  | 1              |
| Gereksiz  | 1              |

Yukarıdaki Tablo 4.51’de ve bir önceki Tablo 4.50’den de görülebileceği gibi öğrenciler matematik eğitiminde bilgisayarların kullanımına yönelik olumlu tutum

sergilemişlerdir. Bilgisayar yazılımlarını kullanmanın matematiksel modellemeyi kolaylaştırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca teknolojinin hayatın her alanıyla bütünleştiğini, matematik eğitimiyle de bütünleşmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Bilgisayarların problem çözümede modelleme etkinliklerinde kullanılması ifade etmişlerdir. Bazı öğrencilerin teknolojinin eğitimde kullanılmasına yönelik ön yargılarının taşındığı görülmüştür.

Öğrencilerin matematik eğitiminde bilgisayarların kullanımıyla ilgili görüşleri şu şekildedir:

Matematik eğitiminde bilgisayar; modellemeyi de kolaylaştırıyor. Sadece işlemlerle kalan matematiğin işlemleri de yapınca geriye sadece sonucu yorumlamak kalıyor. Hatta bilgisayar artık sonucu da yorumluyor ( FLÖ-1, 11-A, deney grubu, son anket).

Modelleme konusunda kolaylık sunduğu için gerekli görüyorum (FLÖ-32, 11-B, deney grubu, son anket).

Matematik eğitiminde bilgisayarlar kullanılmalıdır. Tabi çok fazla bilinmeyen ya da zor problemler bilgisayar ortamında daha kolay ifade edilir, modelleştirilir (FLÖ-9, 11-A, deney grubu, son anket).

Bilgisayar günümüzde bilimin bütün dallarına girmiştir ve bu bilim dallarında insanların işini kolaylaştırmaktır. Matematik eğitiminde bilgisayarın kullanılması da bu bakımdan çok önemlidir. Bilgisayarlar matematik eğitime katkı yapacak şekilde kullanılabilir (FLÖ-3,11-A, deney grubu, son anket)

Bilgisayarlar matematik eğitiminde kullanılmalı. Bazı problemlerin bilgisayar programıyla çözümü kolaydır. Ve daha anlaşılır hale gelir (FLÖ-2, 11-A, deney grubu, son anket).

Bilgisayar hayatımızın bir vazgeçilemezi haline geldiğinden beri sadece matematik değil bütün eğitimler bilgisayar eğitimi ve yardımıyla bireylere kazandırılmalıdır (FLÖ-25, 11-B, deney grubu, son anket).

Çağımız bilgisayar çağı, bilgi çağı artık bilgisayar her alana hücum etti. Her alanda kullanılması, pratik yapılması gerekir. Bu açıdan baktığımızda doğru olanın, bilgisayarların da matematik eğitiminde kullanılabileceğidir (FLÖ-22, 11-A, deney grubu, son anket).

Oldukça önemli olduğunu düşünüyorum. Hem matematiksel problemleri çözme becerisi hem de bilgisayar kullanımını olumlu yönde etkiliyor (FLÖ-29, 11-B, deney grubu, son anket).

Matematik eğitiminde çok gerek olmadıkça bilgisayarların kullanılmasına karşıyım. Çünkü matematik eğitiminde sürekli sayılarla uğraştığımızdan dolayı, bu bizim pratik olarak körelmemize neden olur (ön yargı) (FLÖ-20, 11-A, deney grubu, son anket).

Bilgisayar kullanılmasının bir önem teşkil ettiğine inanmıyorum. Ayrıca bilgisayar kullanarak problemdeki mantığı anlamamız aksıyor. Çünkü gerekli denklemi idrak ederek kurmamız çözüme bir adım daha yaklaştırıyor (ön yargı) (FLÖ-24, 11-B, deney grubu, son anket)

Bilgisayar yazılımları matematiksel modellemeyi kolaylaştırmıştır. Öğrencilere meydan okuyan durumları kolaylaştırarak modelleme etkinliklerinde çözüme ulaşmalarını sağlamıştır. Bu sebeple öğrenciler, matematik eğitiminde bilgisayarların yer alması gerektiğiyle ilgili olumlu tutumlar göstermişlerdir.

Ön Ankette bilgisayarların matematik eğitiminde kullanımına yönelik olumsuz ifadeler fazlayken son ankette bilgisayarların matematik eğitiminde kullanımına yönelik daha fazla olumlu görüş ifadesine ulaşılmıştır. Uygulama süreci ve sonunda bilgisayarların matematik eğitiminde kullanımına yönelik olumsuz düşünceler değişerek olumlu düşüncelere dönüşmüştür. İlgili alan yazına bu yönüyle katkı sağlanmıştır.

#### **4.3.5.3 Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımına Yönelik Tutumlar**

Etkinlikler süresince ve etkinlikler sonucunda problem çözmede hesap makinesinin kullanımı hakkındaki öğrencilerin düşünceleri ve tutumları günlüklerdeki “Çözümde bilgisayar veya hesap makinesi kullandınız mı? Kullandıysanız veya kullanmadıysanız nedenini açıklayınız? (Lütfen düşüncelerinizi en az 4-5 cümleyle ifade ediniz)” ve son anketteki “Model oluşturma etkinlikleri sonrasında hesap makinelerinin matematik derslerinde problem çözmede kullanılmasına nasıl bakıyorsunuz?” sorular yardımıyla alınarak çözümlenmiştir. Öğrencilerin problem çözmede hesap makinesinin kullanımı hakkındaki görüşleri ve tutumları problem çözmede hesap makinesi kullanımı alt temasıyla ilgili çözümleme sayısallaştırılarak frekansları aşağıda Tablo 4.52 verilmiştir:

**Tablo 4.52. Problem çözümede hesap makinesinin kullanımı ile ilgili yüklemelerin frekans dağılımı**

| <b>Kodlamalar</b>   | <b>Frekans</b> |
|---|----------------|
| <i>Bilişsel İşlevler</i>  | <i>153</i>     |
| Hesap makinesi işlem yapmada-karmaşık işlemlerde kolaylaştırıcı                       | 87             |
| Hesap makinesi zamandan tasarruf sağlar/çözüme ulaşmayı hızlandırır                   | 31             |
| Karmaşık-küsuratlı- büyük sayıları içeren problemlerde hesap makinesi kullanılmalıdır | 25             |
| Hesap makinesiyle kesin ve doğru sonuca ulaşılır                                      | 6              |
| Hesap makineleri işlem hatasını engeller/yanlış çözümü en aza indirger                | 4              |
| <i>Sözel problemlerde gerek yoktur</i>  | <i>21</i>      |

Öğrenciler, hesap makinesiyle işlem yapmanın işlemleri kolaylaştırdığını ve zamandan tasarruf sağladığını belirtmişlerdir. Kesin ve doğru sonuca ulaşmada hesap makinesini etkili görmüşlerdir. Hesap makinesinin problem çözümede kullanılmasına yönelik görüşler ifade etmişlerdir.

Öğrencilerin problem çözümede hesap makinesinin kullanımına ilişkin görüşler aşağıda verilmiştir:

Bilgisayar ve hesap makinesi kullandık. Çünkü büyük ve kesirli sayılar kullandık. Akıldan yapması zor olurdu ( FLÖ-8,11-A, deney grubu, günlük, 1.etkinlik).

Çözümde hesap makinesi ve bilgisayarı kullandık. Çünkü el ile yapılan hesaplarda hata olabilir ama hesap makinesi ya da bilgisayarda hata oranı çok düşüktür (FLÖ-18 11-A, deney grubu, günlük, 1.etkinlik).

Bilgisayarı denklem oluşturmak için hesap makinesi de işlem karmaşasından kurtulmak için kullandık (FLÖ-34, 11-B, deney grubu, günlük,6. etkinlik).

Bilgisayar kullanmadık. Hesap makinesi kullandık. İşlemlerde sayılar çok büyük olduğundan kullandık (FLÖ-6, 11-A, deney grubu, günlük, 5.etkinlik).

Hesap makinesi kullandık, çünkü işlemler çok karışıktı. İşlem hatası olasılığı azalttı ve sonuca ulaşma sürecimizi kısalttı ( FLÖ-24, 11-B, deney grubu, günlük, 2.etkinlik).

Hesap makinesi kullandık. İşlem kolaylığı sağladı (FLÖ-21, 11-A, deney grubu, günlük, 8.etkinlik).

Hesap makinesi kullandım. Çünkü sayılarla yapacağımız işlemleri hesap makinesi kullanmadan yapmamız çok vakit kaybetti. Hatta bazı işlemleri yapamayabilirdik ( FLÖ-29, 11-B, deney grubu, günlük, 2.etkinlik).



Hesap makinesi kullandık. Çünkü işlemler çok karmaşıktı. Vakit kazancı sağladı, işlem hatası yapmaktan kurtulduk (FLÖ-30, 11-B, deney grubu, günlük, 2.etkinlik).

Hesap makinesini işlemleri doğru ve kolay yapabilmek için kullandık ( FLÖ-27, 11-B, deney grubu, günlük, 5.etkinlik).

Mantıklı buluyorum. Modelleme yapıyorsak hesap makinesine ihtiyaç duyarız (FLÖ-32, 11-B, deney grubu, son anket).

İyi, yaklaşık değerleri bulduktan sonra model oluşturmak kolaylaşıyor (FLÖ-19, 11-A, deney grubu, son anket).

Olumlu bakıyorum. En azından zaman ve yorucu işlemlerden kurtulma açısından. Ancak işlem yeteneğinin önüne geçmemesi şartıyla (FLÖ-28, 11-B, deney grubu, son anket).

Yukarıdaki ifadelerden hesap makinelerinin çeşitli işlevleri görülebilmektedir. Aşağıda 4. etkinliğin transkriptinden hesap makinelerinin işlevlerinden bir kısım verilmiştir:

.....

- (90) FLÖ-15: Hesap makinesiyle hesaplayalım.
- (91) ( Bilgisayardaki bilimsel hesap makinesini tercih ettiler, daha görsel geliyor. Öncelikle en büyük x üssü olan x küpten başladılar. X yerine 2000 koyunca)
- (92) FLÖ-12: Sekiz çarpı on üzeri dokuz... İki binin küpü...
- (93) FLÖ-15: Sekiz çarpı kaç tane sayı... ( Basamak)
- (94) FLÖ-12: Bununla 0,2'yi çarpacağız, onu hesaplarız.
- (95) FLÖ-12: Sekiz çarpı on üzeri dokuz çarpı sıfır nokta iki o da dört çarpı on üzeri sekiz ediyor...
- (96) FLÖ-15: Aaa... Tamam.
- (97) ( FLÖ-12, yine büyük sayılarla işlemleri katsayılarıyla çarparak devam ettiriyor. Ata da yardımcı oluyor ve kontrol ediyor. Genelde hesaplamalar için bilgisayardaki bilimsel hesap makinesini kullanıyorlar. )
- (98) FLÖ-12: Şimdi bunları tek tek açıyoruz.
- (99) ( Çok basamaklı sayıları tüm basamaklarıyla yazıp toplama ve çıkarma işlemlerini yapacaklar.)
- (100) ( Bilgisayardaki bilimsel hesap makinesinden yararlanıyorlar, sekiz dokuz basamağı sıfır olan sayılarla o şekilde hesaplama yapabiliyorlar.)
- (101) FLÖ-12: İnşallah milyonlu bir şey çıkar.
- (102) ( Sonucun milyon basamağında çıkması onların yaptığı işlemin doğruluğunun bir nevi sağlaması olacaktır. Çünkü denklemden yer alan milyar ve daha üst basamaklı kat sayıları bağlı olarak milyon basamağındaki bir nüfus sayısına ulaşmaları doğru bir sonuç olarak görünüyor.)
- (103) FLÖ-12: Ohhh... 3 milyar...
- (104) FLÖ-15: 3 milyar çıktı...
- (105) ( Sonuca gülüyorlar ve 3 milyar çıkamayacağına inanıyorlar.)

.....

4. etkinlikte yukarıdaki metinden hesap makinesinin bilişsel kolaylaştırıcılığı çıkmaktadır. Ayrıca böylelikle yanlışları çabuk fark edip düzeltebilmektedirler. Elde edilen bu bulgular yukarıdaki Tablo 4.52 deki yüklemelerle uyumaktadır.

Öğrenciler, uygulama öncesinde hesap makinelerinin problem çözmede kullanımına sıcak bakmasalar da uygulama süreci sonucunda bu tutumları değiştirmiştir. Olumlu yönde bir gelişim gözlemlenmiştir. İlgili alan yazına bu yönüyle bir katkı sağlanmıştır.

Hesap makineleri uygun kullanılırsa testlerde hesap makineleri yararlı olacaktır. Hesap makinesi kullanan öğrencilerin matematiğe karşı daha olumlu tutum sergiledikleri bulunmuştur [21]. Burrill ve diğerleri (2002), hesap makinesi kullanan öğrencilerin problem çözümünde daha esnek davrandıklarını bulmuşlar, hesap makineleri sayesinde öğrencilerin gerçek veriler üzerinde rahatlıkla çalışabildiklerini ifade etmişlerdir [199]. Bu araştırmada elde edilen bulgularda hesap makinelerinin bilişsel kolaylaştırıcı işlevleri ortaya çıkmaktadır. İlgili alan yazınla uyuşan ifadeler elde edilmiştir.

#### **4.3.5.4 Hesap Makinelerinin Matematik Eğitiminde Kullanımı**

Etkinlikler süresince ve etkinlikler sonucunda matematik eğitiminde hesap makinelerinin kullanımı hakkındaki öğrencilerin düşünceleri son anketteki “Matematik eğitiminde hesap makinesinin kullanımıyla ilgili görüşleriniz nelerdir?” sorusu yardımıyla alınarak çözümlenmiştir. Öğrencilerin matematik eğitiminde hesap makinelerinin kullanımı hakkındaki görüşleri matematik eğitiminde hesap makinesinin kullanımı alt temasıyla ilgili çözümleme sayısallaştırılarak frekansları aşağıdaki Tablo 4.53’te verilmiştir:

**Tablo 4.53. Matematik eğitiminde hesap makinesinin kullanımı ile ilgili yüklemelerin frekans dağılımı**

| <b>Kodlamalar</b>   | <b>Frekans</b> |
|---|----------------|
| <i>Olumlu Yüklemeler</i>  | 37             |
| Karmaşık-çok küsuratlı-çok basamaklı problemlerde kullanılmalı                        | 9              |
| Matematiksel modelleme problemlerinde kullanılmalı                                    | 8              |
| İşlem kolaylığı sağlar  | 8              |
| Zaman kaybını önler   | 7              |
| Zihinsel işlem hatalarını önler   | 2              |
| İşlem için harcanan zaman problemin mantığının anlaşılmasına harcanır                 | 2              |
| Konuya göre kullanılmalı  | 1              |
| <i>Olumsuz Yüklemeler/Engeller</i>  | 25             |
| Öğrenimi yavaşlatıcı-düşünme gücünü azaltıcı- tembelliğe ve hazırcılığa alıştırmaması | 9              |
| Fazla kullanılması işlem yeteneğini köreltebilir                                      | 5              |
| Hesap makinesi pratikliği engelleyebilir/köreltebilir                                 | 5              |
| Öğrenme sırasında kullanılması tembelliğe yol açar                                    | 4              |
| Hesap makinesi kullanımı alışkanlık yapar   | 1              |
| Hesap makinesi gerekmedikçe kullanılmamalıdır   | 1              |

Öğrenciler hesap makinelerinin karmaşık gerçek hayat problemleriyle matematiksel modelleme problemlerinde kullanımını uygun görmüşlerdir. Hesap makinesinin en önemli iki özelliği olan işlem kolaylığını sağlaması ve zaman kaybını önlemesi bu düşünceleri için gerekçe olmuştur. Bazı öğrencilerin hesap makinesinin kullanımına karşı kaygıları devam etmiştir.

Öğrenciler ön anketten son ankete olumlu özellikler artmış, olumlu özelliklerin gelişimi daha çok gerçekleşmiştir.

Tembelliğe yol açtığı savunulsa da bilinçli bir kafayla son derece pratik bir gelişme olacaktır (FLÖ-7, 11-A, deney grubu, son anket).

Hema'nın sağlamış olduğu kolaylıktan dolayı faydalı olduğunu düşünüyorum (FLÖ-26, 11-B, deney grubu, son anket).

Uzun ve karışık soruların çözümünde ya da modellemeyle soru çözümünde hesap makinesi çok gereklidir (FLÖ-32, 11-B, deney grubu, son anket).

Eğer çok karışık işlemler varsa kullanılabilir. Ya da kâğıt kalemle yapılamayacak gibiyse hesap makinesi kullanılabilir. Onun dışında çok da kullanılması gerekli değil (FLÖ-31, 11-B, deney grubu, son anket).

Matematik eğitimi yapılırken öğrencinin işlem yeteneğinin gelişmesi önemlidir. Bunun için öğrenciyi hesap makinesi ile işlem yapmaya alıştırsak bu kötü olabilir. Bunun için hesap makinesi tedbirli bir biçimde kullanılmalıdır. İlkokulda hesap makinesi kullanılmasını doğru bulmuyorum (FLÖ-3.,11-A, deney grubu, son anket).

Bazen hem yararlı hem de zararlı olabilir. Kısa sürede yapılmasını sağlarken düşünmemizi kısıtlıyor (FLÖ-4, 11-A, deney grubu, son anket).

Çünkü hesap makinesi kolaylık sağlar, ancak alışkanlık yapar, düşünmeyi köreltir bence ( FLÖ-33, 11-B, deney grubu, son anket).

Fazla tavsiye etmiyorum. Beynin pratikliğini kaybettirir (FLÖ-27,11-B, deney grubu, son anket).

Hesap makinesi her zaman kullanılmamalıdır. Çünkü hesap makinesi kullanmanın matematik öğrenmeyi engellediğini düşünüyorum (FLÖ-30, 11-A, deney grubu, son anket).

Öğrencilerin ifadelerinden onların hesap makinesinin matematikte kullanımını uygun buldukları görülmektedir. Bazı öğrencilerin hesap makinelerine yönelik kaygıları devam etse de genel anlamda uygulama öncesinden uygulama sonrasına hesap makinesinin matematik eğitiminde kullanımına yönelik olumsuz gibi görülen düşünceleri olumlu yönde değişime uğramıştır. İlgili alanyazına bu yönüyle katkı sağlanmıştır. Hembree ve Dessart (1986)'nın hesap makinelerinin uygun kullanımında işlem becerilerine olumsuz etkisinin olmayacağını belirtmişlerdir [21]. Ancak bazı öğrenciler alan yazındaki bu olumlu duruma rağmen hesap makinelerinin işlem becerilerine zarar vereceği kaygısını sürecin sonuna kadar korumuşlardır. İlgili alan yazınla ayrılan bir bulgu elde edilmiştir.

## **5. TARTIŞMA**

### **5.1 Araştırmanın Nicel Alt Problemlerinin Tartışması**

#### **5.1.1 Matematiğe Yönelik Tutumlar**

Birinci araştırma sorusuna cevaben, model oluşturma etkinlikleri ortaöğretim fen lisesi 11.sınıf öğrencilerinin matematiğe yönelik tutumları üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmamıştır. Perry ve Todder (2009)' in son sınıf öğrencileriyle yürüttükleri çalışma ve Lim, Tso ve Lin (2009)'in doğa bilimlerindeki öğrencilerle yaptıkları çalışmaların sonuçlarıyla elde edilen sonuç örtüşmektedir [58,224] . Araştırmadaki öğrenciler, uygulama öncesinde ve sonrasında matematiğe karşı yüksek düzeyde olumlu tutum taşımışlardır. Uygulanan modelleme etkinlikleri onların matematiğe karşı olumsuz tutum göstermelerine neden olmamıştır.

#### **5.1.2 Matematiğe Yönelik İnançlar**

İkinci araştırma sorusuna cevaben, model oluşturma etkinlikleri 11. sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematiğe karşı olan inançları üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmamaktadır. Elde edilen sonuç alanyazındaki Lim, Tso ve Lin (2009)'in sonuçlarıyla örtüşmektedir [58]. Lim, Tso ve Lin (2009) kısa zamanda matematik hakkındaki inançların değişmemesinin olağan olduğunu belirtmişlerdir [58]. Matematiksel inançlar öğrencilerin matematikle ilgili durumlardaki eylemlerini ve düşüncelerini düzenleyen bir filtre görevi görür [98,102]. Bununla birlikte öğrencilerin inanç ve tutumları onların derste başarılı olmaları ve derse katılım sağlamaları üzerinde güçlü etkileri bulunmaktadır. Özellikle problem çözme becerileri üzerinde güçlü etkileri vardır [91,92,108] . Öğrencilerin olumlu ve olumsuz inançları ve bu inançlardan kaynaklanan davranışları son derece kararlılığa sahip olup çok zor değişmektedir [94,102] . Bununla birlikte matematiksel inançlar, matematik sınıflarında modelleme alıştırmalarının bütünleştirilmesine yönelik önde

gelen engeller olarak tartışılmaktadır [160]. Araştırmada öğrencilerin yüksek düzeydeki son derece kararlı olan inançları matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanmasına engel oluşturmamıştır. İnançları, onların düşünce ve eylemlerini olumlu yönde kullanarak modelleme etkinliklerine katılmalarını sağlamıştır. Problem çözme becerilerinin gelişimi için fırsatlar oluşturmuştur.

### 5.1.3 Matematiğe Yönelik Kaygılar

Üçüncü araştırma sorusuna cevaben model oluşturma etkinlikleri ortaöğretim 11. sınıf fen lisesi öğrencilerinin matematiğe karşı kaygıları üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmamıştır. Bu sonuç Lim,Tso ve Lin (2009)'in sonuçlarıyla uyusmaktadır [58]. Matematiksel modelleme etkinliklerinin kullanımı öğrencilerde bir kaygı artışı veya azalışına neden olmamıştır. En önemli etken öğrencilerin kararlı inanç yapılarına sahip olmalarıdır. Kararlı inanç yapıları sayesinde öğrenciler matematiğe karşı herhangi bir kaygı yaşamamaktadırlar.

Matematik kaygısı, matematik öğretmeni ve sınıf ortamıyla da ilişkilidir [116, s.16] . Öğrenciler akranlarının ve matematik öğretmenin varlığında, matematik performanslarında kaygı yaşamaktadırlar [130,s.66] . Öğrenciler grup çalışmalarında, gruplar arası iletişimde, araştırmacının varlığında belirtilen kaygıları yaşamamışlardır. Bu yönüyle alan yazından farklı sonuçlara ulaşılmıştır. Tobias (1993)'a göre matematik kaygısı sözel problemlerden kaynaklanmaktadır [128,s.12] . Araştırmada kullanılan sözel problemler öğrencilerde matematik kaygısı oluşturmamıştır. Stuart (2000,s.331), matematik kaygısının sebebinin matematiksel durumlarla çalışıldığında güven eksikliğinden olabileceğini belirtmiştir [126,s.331]. Araştırmaya katılan öğrencilerin çoğunluğunun matematik hakkındaki kendine güveni tamdır. Bu durum, onların kaygılanmamasına neden olmuştur.

Matematiğe yönelik kaygılar alt boyutlarda da incelenmiştir. Tüm alt boyutlarda da anlamlı farklılığın olmadığı bulunmuştur. Bu alt boyutlar sınav kaygısı, matematik dersi kaygısı, işlem kaygısı, istatistik kullanma kaygısı, problem çözme kaygısıdır. Modelleme problemleri çok sayıda işlem içerdiğinden işlem

kaygısına, çok sayıda istatistiksel veri içerdiğinden istatistik kullanma kaygısına, zor ve meydan okuyucu, ilk defa karşılaşılan problemler olduğu için problem çözme kaygısına neden olabileceği beklenmiştir. Ancak bu alt boyutlarda herhangi bir değişme gözlemlenmemiştir. İlgili alan yazında böyle bir sonuca rastlanılmamıştır. Alan yazına bu yönden katkı sağladığı düşünülmektedir.

#### **5.1.4 Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutumlar**

Dördüncü araştırma sorusunu ele alalım. Model oluşturma etkinlikleri ortaöğretim 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutumları üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmamıştır. Araştırmada katılımcıların ifadelerinden bilgisayara yönelik kaygılarının azaldığı görülmüştür. Elde edilen sonuçlar Perry ve Todder (2009)' in çalışmalarındaki sonuçla paralellik taşımaktadır [224]. Perry ve Todder (2009)'in son sınıf tıp öğrencileriyle matematiksel modellemeyle ilgili yaptıkları çalışmada da öğrencilerin bilgisayara yönelik temel tutumlarının değişmediği veya değişimin anlamlı olmadığı görülmüştür. Çalışmalarında matematikle ilgili yetersizlik duygularını ve bazı kaygı durumlarını özellikle de matematiğin bilgisayarlaştırılması ile ilgili duygu ve korkuların giderilebileceği düşünülmüştür [224]. Araştırmada öğrenciler uygulama öncesinde ve sonrasında bilgisayar ve bilgisayar kullanımına karşı olumlu tutum göstermişlerdir. Loyd ve Gressard (1984)'in çalışmasında da öğrenciler bilgisayarlara yönelik olumlu tutum göstermişlerdir [190].

Bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutum ölçeği alt boyutları olan değer, önem, duygu boyutlarında da incelenmiştir. Bu alt boyutlarda da anlamlı farklılığın olmadığı görülmüştür.

#### **5.1.5 Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı**

Beşinci araştırma sorusunu ele alalım. Model oluşturma etkinlikleri ortaöğretim 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin problem çözmede hesap makinesinin kullanımına yönelik düşünceleri üzerinde anlamlı bir farklılık göstermektedir. Deney grubundaki öğrenciler matematiği daha işlevsel görmekte ve hesap makinesinin problem çözmede gerekliliğine daha çok inanmaktadır.

McLeod (1992), öğrencilerin benzer veya aynı durumlarla tekrar tekrar karşılaştıklarında matematik hakkında olumlu veya olumsuz tutumlar geliştireceklerini ileri sürmüştür [92]. Öğrenciler bilgisayar ve hesap makinesi yardımıyla çözülen problemlerle defalarca karşılaşmışlardır. Bilgisayar ve hesap makinesinin kullanımının yarar getirdiğinin farkına varmışlardır. Bilgisayar ve hesap makinelerini kolaylıkla kullanmışlar, bilgisayar ve hesap makinesi kullanma daha kolay hesaplama yapmalarını sağlamış, zamandan tasarruf yapmalarına imkân vermiştir. Böylelikle öğrenciler bilgisayar ve hesap makinelerinin problem çözmede kullanımına yönelik olumlu tutum geliştirmişlerdir. Dolayısıyla matematiksel modelleme etkinliklerine yönelik de olumlu tutum geliştirmelerine neden olmuştur.

## **5.2. Araştırmanın Nitel Alt Problemlerinin Tartışması**

### **5.2.1. Matematiksel Modelleme Kavramı ve Uygulaması**

#### **5.2.1.1 Model Algısı**

Araştırmada öğrenciler modelleri somutlaştırma, görselleştirme /görsel sunum, anlaşılabilir ölçüye getirme, basitleştirme, tasarı, yöntem ve teknik, sistem/matematiksel sistem olarak algılamışlardır. Yoon (2006)'ya göre model öğrencilerin bilgiyi yapılandırmasında somut bir örnek sağlayabilen eğitimsel bir araç olarak görülür. Somutlaştırmak için matematik öğrencilerin çalışmalarını önceki deneyimleriyle birleştirmelerini mümkün kılar, böylece bilgi daha kolay



yapılandırılır [72]. Öğrencilerin somutlaştırma ifadeleri Yoon (2006) somutlaştırmakla belirttiği amaçlara uymaktadır [72]. Korkmaz (2010)'ın araştırmasında öğretmen adayları modelleri “soruna ya da problemlere çözüm üretme”, “ kabataslak hali”, “ bilgilerin akılda kalmasını sağlayan şeyler”, “ herhangi bir konu hakkındaki örnek”, “ şekil, şema”, “ anlaşılır hale getiren”, “gerçeğe benzeyen şekiller” olarak ifade etmişlerdir [228]. Buradan anlaşılabilir hale getirme paralellik taşımaktadır. Doerr ve English (2003)'ye göre modeller bazı bilinen sistemlerin davranışlarını tanımlamak, açıklamak veya tahmin etmekte kullanılabilen kurallar, ilişkiler, işlemler ve unsurlar sistemdir [26,s.112]. Bu, sistem/matematiksel sistem tanımıyla paralellik taşımaktadır. Öğrencilerin ifadelerinden matematiksel sunum ve kavramsal yapı [23] gibi modele ait durumlar öne çıkmaktadır.

### **5.2.1.2 Matematiksel Model Algısı**

Matematiksel modelleme algısına yönelik çözümleme sonucunda, matematiksel modelleme problem çözme yöntemi, basitleştirme, somutlaştırma, matematiksel modelleme süreci, görselleştirme, denkleştirme/matematiksel formül, Matematiksel düşünme/düşünmeyi arttırıcı, ileriye yönelik sürekli yöntem olarak algılanmıştır. Eraslan (2010) yaptığı çalışma sonunda model oluşturma etkinlikleri öğretmen adayları için yeni bir öğrenme ortamı oluşturmuştur [227]. Bu araştırma da ise matematiksel modelleme yeni bir problem çözme yöntemi olarak algılanmıştır. Korkmaz (2010) 'ın çalışmasında öğretmen adayları matematiksel modellemeyi matematiksel denklem yazma, formül çıkarma, gerçeğe yakın bir şey elde etme, verileri matematiksel ifadelere dökme olarak ifade etmişlerdir [228]. Elde edilen bulgular Korkmaz (2010)'ın araştırmasıyla uyumludur. Bassanezi (1994)'e göre matematiksel modelleme basit olarak matematiksel terimler içinde gerçek hayat problemini anlama, basitleştirme ve çözme sürecidir [40]. Modelleme birbirini tamamlayan basitleştirme ve zenginleştirme süreçlerinden oluşmaktadır [73]. Basitleştirme ifadesi ilgili alan yazınla paralellik taşımaktadır. Araştırmadaki öğrenciler matematiksel modellemeyi süreç olarak görmüşlerdir. İlgili alan yazında matematiksel modelleme süreç olarak ele alınmıştır [ 23, 40, 41, 42, 51, 52, 54, 55 60]. Alan yazından farklı olarak ileriye yönelik yöntem ifadesi yer almıştır.

### 5.2.1.3 Matematiksel Modelleme Problemlerinin Özellikleri

Öğrenciler matematiksel modelleme sorularıyla ilk kez karşılaşmışlardır. Var olan eğitim sistemindeki sorularla karşılaştırdıklarında daha önce bu tarzda sorular çözmediklerini ifade etmişlerdir. Matematiksel modelleme problemleri karmaşık, yaratıcı problem çözme becerilerini gerektiren ( çok boyutlu düşünme, ayrıntılı düşünmeyi becerilerini aynı anda kullanma), problemi çözen kişilere meydan okuyan, matematiksel mantık çerçevesinde yapılandırılmış ve yorumlama gerektiren, içinde çok sayıda değişkenin bulunduğu matematiksel mantık yürütme gerektiren açık uçlu gerçek yaşam problemleridir. Matematiksel modelleme problemlerinin bu tanımı ilgili alan yazınındaki matematiksel modelleme problemleriyle ilgili belirtilen tüm özelliklerin bir sentezi niteliğindedir. İlgili alan yazını ile yapılan tanım paralellik taşımaktadır. Bu benzerlikler aşağıda belirtilmiştir:

Matematiksel model oluşturma etkinlikleri öğrencilerin anlamlı durumların farkına vardığı ve kendi matematiksel yapılarını buldukları, genişlettikleri, rafine ettikleri özel eğitimsel desen ilkelerinin kullanımıyla yapılandırılan bir problem çözme etkinliği olarak tanımlanabilir [34] . Matematiksel modelleme problemleri gerçek hayat problemi bağlamında gerçekçi problemlerdir [25, 36, 52, 56, 85 ]. Matematiksel modelleme problemlerinde öğrenciler alternatif keşif yollarını bulmaktadırlar [44] . Modellemede tek bir cevap üretilmez. Çoğu durumda modeller arasında yansımalar vardır. Her bir model gerçek hayatın birkaç durumunu yansıtır ve her biri doğrudur. Modellerin doğruluğu modelleme yapan kişilerin hedeflerine göre göreceli olarak değerlendirilir [85]. Matematiksel modelleme etkinlikleri öğrencileri üst düzey muhakemeye katmak için tasarlandıklarından daha karmaşık ve zaman alıcıdır [221] . Sonuç olarak modelleme problemleri gerçek, karmaşık, gerçeklikle ilişkili açık uçlu problemlerdir. Onları çözmeye, problem çözmeye ve çok boyutlu düşünmeye ihtiyaç duyulur [185].

Öğrencilere modelleme problemlerinin neden zor geldiğinin nedeni problemlerin ihtiyaç duyduğu bilişsel ihtiyaçlardandır. Modelleme diğer matematiksel becerilerle kopmaz bağlantılar oluşturmuştur. Bunlar okuma, iletişim, tasarlama, problem çözme stratejilerini uygulama, matematiksel olarak çalışma gibi becerilerdir [55] .

#### **5.2.1.4 Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Matematik Eğitiminde Kullanımı**

Öğrenciler, ME'nin matematik derslerinde kullanılması veya seçmeli ders olarak yer alması gerektiğini ifade etmişlerdir. Öğrencilere bilişsel olarak meydan okuyan matematiksel modelleme problemleri, öğrencilerce kendilerinin bilişsel gelişimleri açısından destekleyicidir. Modelleme problemlerinin en olumsuz görülebilecek yanı fazla zaman alması ve çok sayıda işlemle uğraşılması nedeniyle öğrencilerin sıkılmasına neden olabilmeleridir. Ayrıca matematiksel modelleme etkinlikleri problem çözmeye teknolojinin etkin kullanımını sağlayarak hızlı ve daha kolay çözüm yapabilmektedirler. Matematik eğitiminde kullanımına engel olabilecek unsurlar olarak, eğitim sistemi, teknolojik alt yapının yetersizliği ve öğretmenlerin yeteri kadar teknolojiyi kullanamamaları belirtilmiştir.

Hock (2008), çalışmasında hizmet içi süresince matematiksel modelleme kursuna katılan 6 ortaöğretim matematik öğretmeniyle 4 hafta süren durum çalışması yapmıştır. Kursun sonunda ve kurs boyunca öğretmenlerin yazılı ve sözlü cevaplarında “ortaöğretim öğrencileri için matematiksel modellemenin uygun olduğunu” düşündükleri görülmüştür [51]. Lingefjärd (2002), çalışmasında İsveçli öğretmen adaylarını bir modelleme problemi çözerken gözlemlemiştir [213]. Çalışmanın en önemli sonucu öğretmen adaylarının süreçten memnun kalmalarıdır. Keskin, Arıkan ve Bulut (2006), çalışmalarında ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin ne düzeyde olduğunu araştırmışlardır. Çalışmaya katılan tüm öğretmen adayları, öğretmenlik yaparken matematiksel modellemeye derslerinde yer vereceklerini belirtmişlerdir. Modelleme çalışmalarının ders olarak üniversitede verilmesini dile getirmişlerdir [222]. Elde

edilen sonuçlar bu çalışmaların sonuçlarıyla paralellik taşımaktadır. Araştırma kapsamındaki öğrenciler de matematiksel modellemenin matematik eğitiminde kullanılması gerektiğini düşünmektedirler.

## **5.2.2. Modelleme Süreci**

### **5.2.2.1 Matematiksel Modelleme Aşamaları**

Öğrenciler, matematikleştirme ve matematiksel olarak çalışma aşamalarında matematiksel düşünceyi yoğun olarak kullanmışlardır. Öğrenciler matematiksel modellemeleri elde etme aşamasında bilgisayar yazılımından faydalanmışlar, gerçek modeli matematikleştirerek formül ve denklemlere ulaşmışlardır. Bunu yaparken birçok veri setini aynı anda işlemişler, matematiksel mantık yürüterek doğru işlemler yapmaya çalışmışlardır. Bilgisayar yazılımları ve hesap makineleri matematiksel modelleme aşamalarından matematiksel model elde etme ve matematiksel olarak çalışma aşamalarını kolaylaştırmıştır. Matematiksel modelleme etkinlikleri problem çözme becerilerinin aktif olarak kullanılmasını sağlamıştır. Öğrenciler, daha önce böyle bir problem çözme yöntemini kullanmadıklarını ifade etmişlerdir. Bunun en önemli sebebi matematiksel modelleme problemlerinin gerçek yaşam problemlerinden oluşması ve gerçek yaşam problemi çözümünü gerektirmesidir. Matematiksel modelleme sürecinde gerçek yaşamdan matematiksel modele öğrenciler ilk defa geçiş yaptıklarından durum onlar için yeni bir problem çözme yöntemi olarak gelmiştir. Gerçek yaşam problemlerinin problem çözme adımlarını kullanmışlardır. Matematiksel modelleme etkinlikleri aynı zamanda yaratıcı problem çözme sürecidir. Matematiksel modelleme etkinlikleri öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerilerini geliştirir ve destekler. Öğrencilerin ifadeleri bu yönde olmuştur. Öğrenciler birçok matematiksel model elde etmede çok boyutlu düşünme becerilerini harekete geçirerek çok boyutlu muhakemeler yoluyla modeller içinden en uygun olanı seçmişlerdir. Çok boyutlu muhakeme yoluyla uygun model seçildikten sonra derinlemesine düşünme sağlayan yaratıcı problem çözme becerilerinden tek boyutlu düşünme ve ayrıntılı düşünme alt süreçlerini kullanmışlardır. Tek boyutlu düşünme

yardımıyla tek boyutlu muhakeme yapabilmışler, ayrıntılı düşünme yardımıyla da elde ettikleri modelin doğru olup olmadığına ilişkin doğrulama aşamasında bulunabilmişlerdir. Öğrencilerin ifadelerinden karmaşık gerçek yaşam durumundan matematiksel modele geçişte çok boyutlu muhakemenin daha çok kullanıldığı, tersi süreçte matematiksel modelden de gerçek yaşama geçişte tek boyutlu muhakemenin daha çok kullanıldığı görülmüştür. Her iki durumda süreçte aktif olarak kullanılmıştır. Kim ve Kim (2010)'a göre çok boyutlu muhakeme ve tek boyutlu muhakeme matematiksel modelleme sürecinin tümünde aktif olarak kullanılır [63] . Öğrenciler, matematiksel modelleme etkinlikleri aşamalarında grup çalışmasından faydalandıklarını belirtmişlerdir. Problem çözme ve yaratıcı problem çözme becerileri işbirlikli grup çalışmalarıyla daha iyi gelişmiştir.

#### **5.2.2.2 Grup Çalışması**

Grup çalışmasının yapılmasının nedeni problemin çözümünde zaman sınırlamasının olmasıdır. Gruptaki bireyler problemlere farklı bakış açılarıyla yaklaşır kısa zamanda daha iyi çözümlerin ortaya çıkmasını sağlarlar [70]. Grup çalışmasında problemi çözen kişilerin farklı deneyimlere sahip olmaları bir sinerji oluşturur [71]. Gruplar öğrenciler için güzel bir sosyal çevredir [ 44, s.298-300, 50] . Grup çalışması, öğrencilerin katılımına, güdülenmenin artışına, gerçek hayat bağlamı ve matematiksel kavramların anlaşılmasına ve başarı için gerekli tekniklere katkı sağlar. Bazı öğrenciler için grup çalışması öğrenme sürecinde önemli role sahiptir. Grup üyelerinin her biri aynı problem üzerinde paralel çalışırlar, ancak ortak bir karara ulaşmak için devamlı olarak yaklaşımlar, yöntemler ve sonuçlar tartışılır, görüşülür ve kontrol edilir [44, s.298-300] . Modelleme sürecinin her bir aşamasında grup tartışmalarından faydalanılır. Öğrenciler problemleri formüle ettiklerinden tartışma öğrencilere ilgili ve ilgili olmayanı anlamalarına ve değişkenler arasında ilişkileri yapılandırmalarına olanak tanır. Daha sonra birlikte beyin fırtınasıyla alternatif çözüm fikirleri oluşur ve her biri yorumlamaya, eleştirel bakmaya geçerli çözümler üretmeye yararlı olabilir. Bilişi etkin hale getirir. Modelleme grup çalışmalarıyla da birlikte matematiksel dilin kullanımını ve araçlarını geliştirir. Matematiksel modelleme matematiksel olarak iletişim kurma yeteneğini de geliştirir [73, s.276-

278] . İşbirlikli grup çalışmaları matematiksel modelleme etkinliklerinde sıkça kullanılmaktadır [ 51, 56, 72, 213] . Alan yazında ifade edilenlerle öğrencilerin ifadeleri paralellik taşımaktadır.

Öğrenciler öncelikli olarak matematiksel modellemenin ilk aşaması olan problemlerin anlaşılması aşamasında grup çalışması yardımıyla daha kısa zamanda ve daha doğru olarak problemleri anlamlandırmışlardır. Fikir alış verişi ve paylaşımı yardımıyla öğrenciler karmaşık modelleme problemlerini birlikte basitleştirerek planlamayla gerçek modele geçmişlerdir. Daha sonra ek matematiksel bilgileri kullanmak için fikir alış verişlerinde bulunmuşlar, ortak kararlarla gerçek modeldeki durumu matematikleştirerek matematiksel modele ulaşmışlardır. İş-görev paylaşımıyla matematiksel olarak çalışmaya devam etmişlerdir. Elde ettikleri matematiksel sonuçları herkesin fikrini rahatlıkla ortaya koyabildiği tartışma ortamlarında eleştirel bakış açısıyla tartışmışlar, birlikte yorumlamışlardır. Matematiksel modelleme sürecinin alt aşamalarından geçerken çok boyutlu düşünerek, iş birlikli öğrenerek, beyin fırtınaları yaparak elde ettikleri matematiksel sonuçlar gerçeği yansıtıyorsa süreç/süreçleri tamamlamışlardır. Eğer matematiksel sonuçlar gerçeklikle uyuşmuyorsa sürecin tıkanma noktalarını daha hızlı ve doğru birlikte tespit ederek, süreçleri tekrarlamışlardır. Öğrencilerin süreç sonunda ulaşmaya çalıştıkları en önemli durum en iyi, en doğru ve en geçerli çözüme ulaşmaktır. Yani elde ettikleri sonuçların doğrulanmasıdır. Bu durumu da elde ettikleri sonuçları serbest ve demokratik bir ortamda tartışarak sonuçlarla ilgili ortak kararlar almayla sağlamışlardır. Matematiksel modelleme problemlerinin grupla çözülmesi öğrencilerin sosyal becerilerini de etkilemiş ve gelişimine yardımcı olmuştur. Çoğu öğrenci daha önce grup çalışmasıyla problem çözmemesine rağmen grup çalışması hakkında olumlu ifadelerde bulunmuşlar ve grup çalışmasına yönelik olumlu tutumlar sergilemişlerdir. Öğrenciler birlikte çalışmanın önemini daha iyi anlayarak, gelecek hayatlarına aktarabilecekleri deneyimleri kazanmışlardır. Grup çalışması öğrencilerin grup içinde aktif rol alarak daha iyi sosyalleşmelerinde yardımcı bir görev görmüştür. Öğrenciler birlikte çalışma duygusu kazanarak, rahat bir tartışma ortamında fikirlerini paylaşarak demokrasi kültürü becerilerini geliştirebilmişlerdir.

### **5.2.2.3 Öğretmenin Rolü**

Öğretmenler modelleme yardımıyla öğrencilerin güçlü ve zayıf yönlerini keşfedebilirler. Ayrıca öğretmenler gerçek hayat durumlarına öğrencilerin ilgilerini arttıran durumlar tanımlamalıdır [85]. Öğretmenin öncelikli görevi öğrencilere rehberlik yapmaktır [44, s.304-306] . Reznichenko (2007), çalışmasında bilgisayarların ve hesap makinelerinin matematik öğretiminde ve öğrencilerin matematik başarıları üzerindeki etkisine odaklandığında, elektronik teknolojinin öğretmenlere kolaylaştırıcı bir rol kazandırdığı ortaya çıkmıştır [201]. Modellemede; öğretmenin temel görevi, açıklama ve tahmin için algılanan olguların kullanışlı ve anlamlı modelini oluşturmaları için ihtiyaç duydukları öğrencileri göreve katmadır. Öğretmenlerin hedefi; bir amaç olarak öğrencilerin yaşadıkları fikir ayrılıklarını çözmeye ve test edebilecekleri alternatifleri sağlamaya öğrencilerin görev hakkında düşüncelerine izin veren yolları bulmak için geniş şemaya sahip olmalıdır. Modelleme yardımıyla matematik öğretildiğinde öğretmenin karşılayacağı öncelikli görev, öğrencilerin geliştirmekte olan modellerinin daha fazla gelişim sağlaması yollarında düşüncelerini yanıtlamak için onları dinlemektir [221] . Öğretmen bununla birlikte modelleme sürecinin nerelerinde öğrencilerin tıkanıklar yaşadığını belirleme durumundadır [80] .

Araştırmada öğrenciler tarafından öğretmenin rolleri rehber-yönlendirici, kolaylaştırıcı- yardımcı, bilgisayar kullanmayı öğreten ve yardımcı olan, modellemeye hâkim olma olarak ifade edilmiştir. Bu özellikler yukarıdaki alan yazın ifadeleriyle örtüşmektedir.

#### **5.2.2.4 Öğrencinin Rolü**

Reznickenko (2007), bilgisayarların ve hesap makinelerinin matematik öğretimine ve öğrencilerin matematik başarıları üzerinde etkilerine odaklandığı araştırmasında; elektronik teknolojinin öğrencileri daha aktif rol kazandırdığı görülmüştür. Öğrencilerin sayısal, cebirsel hesaplamalardan ve problem çözmeyi farklı algılayıp problem çözme kaygılarından kurtuldukları, problem çözmeye daha iyi konsantre oldukları bulunmuştur [201]. Araştırmadaki öğrenciler süreçte

yaptıkları tüm uygulamalara ilişkin hemen hemen tüm yüklemeleri yapmışlardır. Buradan öğrencilerin grup içinde farklı roller üstlendikleri anlamı çıkarılmıştır. En fazla yükleme grupta yapılan çalışmalara yönelik olmuş, grup içinde problem çözmede aktif rol aldıklarını ifade etmişlerdir. Bu rollerin alınması ve şekillenmesi herkesle eşit bir şekilde demokratik bir ortamda olduğunun göstergesi verdikleri diğer cevaplardan elde edilmektedir.

### **5.2.3 Duyuşsal Özellikler**

#### **5.2.3.1 Matematiğe Karşı Tutumlar**

Öğrencilerin matematiğe karşı tutumları değişmemiştir. Öğrenciler matematiği hâlâ çok sevdiklerini belirtmişlerdir. Matematiksel modelleme etkinlikleri öğrencilerin matematiğe yönelik olumlu tutumlarını ilerletmiştir. Matematiğin daha eğlenceli algılanmasını sağlamıştır. Matematiğe karşı tutumların değişmemesi genel anlamda nicel bulgularla örtüşmektedir.

#### **5.2.3.2 Matematiğe Yönelik Kaygılar**

Öğrencilerin uygulamadan önce matematiğe karşı kaygıları bulunmamaktadır. Uygulamadan sonra da matematiğe karşı kaygılarında bir değişme olmamıştır. Yani matematiksel modelleme uygulaması onların matematik kaygılarına neden olmamıştır. Öğrencilerin zor problemlerin çözümüne yönelik kaygı durumları azalmış, problem çözmede daha çok kendilerine güven kazanmışlardır. Matematiğe yönelik kaygıların değişmemesi genel anlamda nicel bulgularla örtüşmektedir.

#### **5.2.3.3 Matematiğe Yönelik İnançlar**



Öğrencilerin matematiğe yönelik inançlarında genel anlamda değişiklik olmamıştır, ancak olumlu inançların sayısı artmıştır. Matematiğin uygulamaya yönelik olan inançları daha da kuvvetlenmiştir. Matematiğe yönelik genel anlamda inançların değişmemesi nicel bulgularla örtüşmektedir.

Öğrencilerin büyük çoğunluğu MaaB(2005)'in belirttiği inanç sistemleriyle öğrencilerin eylemleri arasındaki ilişkisellikten doğan ideal tiplerden İdeal Tip A ve İdeal Tip B kapsamına girmektedirler. İdeal Tip A'da öğrenciler uygulama odaklı inanç sistemi geliştirirler ve modelleme etkinliklerini olumlu görürler, uygulama odaklı inançlar çalışma süresince artar. İdeal Tip B'deki öğrenciler süreç odaklı inanç sistemlerine sahiptirler. Uygulama odaklı inançlar çalışma süresince artar [160]. Öğrencilerin uygulama odaklı inançlarının gelişim gösterdiği ifadelerinden anlaşılmaktadır.

Modelleme ve matematiksel yeterliklerle ilgili 4 modelleyici tipi bulunmaktadır [160]. Öğrenciler matematiğe ve modelleme örneklerine karşı son derece olumlu tutum sergilemişlerdir. Büyük çoğunluğu yansıtıcı modelleyici [160] konumundadır. Modellemede yeterli performans göstermişlerdir.

İnançlar, tutumlar ve duygular matematikte eleştirel ve yaratıcı düşüncenin gelişiminde rol oynarlar. Modelleme, matematikteki kavramların öğrencilerce daha iyi anlaşılmasını sağlamayı, özel durumlu problemleri çözmeyi ve formüle etmeyi onlara öğretir. Onların eleştirel ve yaratıcı düşüncelerini harekete geçirir. Matematiğe yönelik tutumlarına yön verir [42, s.160-162]. Matematiksel modelleme etkinlikleri öğrencilerin olumlu tutumlarını devam ettirmelerini sağlamıştır. Böylelikle bu olumlu tutum ve inançlarla öğrenciler problem çözme ve yaratıcı problem çözme becerilerini geliştirmişlerdir.

#### **5.2.3.4 Modelleme Problemlerine/Matematiksel Modellemeye Yönelik Tutumlar**

Modelleme; öğrencilerin geliştirmesi gereken matematiksel becerilerden biri olmasına rağmen, aynı zamanda diğer matematiksel becerilerin gelişmesine yardımcı olur ve destekler [73, s.282-284] . Matematiksel model ve model oluşturma bakış açılarna göre problem çözmeye, öğrenme ve öğretim matematiksel düşünce olarak ele alınır. Matematiksel düşünce içine yorumlama, tanımlama, açıklama, iletişim, muhakeme, yapılandırma girer [31]. Modelleme etkinlikleri boyunca öğrenciler kendi matematiksel düşüncelerini geliştirirler [56]. Modelleme etkinlikleri boyunca öğrencilerin matematiksel çözümlerini keşfetmelerine, sebep olan durumları tahmin etmeye, onların durumsal muhakemelerine, matematikleştirmelerine, yorum yapmalarına ve iletişim kurmalarına yararlı olacaktır [67] . Özellikle öğrenciler çözümleri yorumladıklarından öğrencilere değerli deneyimler ve beceriler sağlar. Öğrencilerden genellikle matematik problemlerini çözmeleri istense de nadiren olsa da çözümleri yorumlamaya veya açıklamaya açık bir şekilde ihtiyaç duyarlar. Seçilen alanlarda daha fazla becerilerini kazanmaları için öğrencileri matematiksel modelleme projelerine dahil edip motive etmek çok önemlidir [58] . Lingefjård (2002)'nin yaptığı çalışmada modelleme sürecine katılan öğretmen adayları süreçten memnun kalmışlardır [213].

Yukarıda bahsedilen alan yazınla ilişkili olarak, uygulamaya katılan öğrenciler matematiksel modelleme etkinliklerine yönelik olumlu tutum sergilemişlerdir. Olumlu tutum sergilemelerinin nedenlerinden en önemlisi matematiksel modelleme etkinliklerinin onların bilişsel boyutta gelişmelerine yardımcı olmasıdır. Matematiksel modelleme etkinlikleri; problem çözmeyi kolaylaştırıcı, matematiksel düşünceleri ve problem çözmeye becerilerini geliştirici rol oynamıştır.. Öğrencilerin modelleme becerileriyle birlikte diğer matematiksel becerileri de gelişim göstermiştir.

#### **5.2.4. Bilişsel Özellikler**

#### 5.2.4.1 Problem Çözme ve Yaratıcı Problem Çözme Becerilerinin Gelişimi

Problem çözme etkinlikleri, öğrencilerin düşünme ve muhakeme yeteneklerini uyarır ve geliştirir. Öğrenciler konuyla ilgili olgu ve ilişkilere ait kendi bilgilerini oluştururlar ve bunları kullanırlar. Problem çözme etkinlikleri, sonuçları elde etmede, kendilerine olan güvenlerini ve yeteneklerini geliştirmede onlara yardımcı olur. Problem çözme etkinlikleri bilgi, beceri ve tutumları geliştirir [173] .

Öğrencilerin model oluşturma etkinliklerine dâhil olmalarının nedeni matematiksel muhakeme yeteneğiyle, biliş ötesi düşünce ve problem çözme becerilerinin birbirleriyle etkileşimidir. Modelleme etkinlikleri, matematiksel muhakemeyi ilerletmede ve anlamlı öğrenmeyi sağlamada katalizör görevi görür [56] .

NCTM ilkeleri ve standartları dokümanında olduğu gibi model oluşturma etkinlikleri iletişim ve problem çözmeyi besler [25] . Matematiksel modelleme ve matematiksel keşfetme görevleri matematiğin her alanında kullanışlı olan problem çözme ve araştırma becerilerini geliştirmek için öğrencilere iyi fırsatlar sağlar [36] . Sınıfta modellemenin kullanılması öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmeye yardımcıdır [86] .

Problem çözme, eleştirel ve yaratıcı düşünceyle ilişkilidir [70] .Rutin olmayan ve disiplinler arası problemlerde çok çeşitli bilgiler kullanılabilir. Doğal olarak yaratıcılığın kullanımı artar. Model oluşturma etkinlikleri model gibi yeni bir şeyin oluşturulmasına ihtiyaç duyar. Uygulama tasarlama alanlarında kullanılan sürece benzeyen bir yaratıcı süreç içine öğrencileri katar. Gerçekçi problemler öğrencilere bağlamla birlikte tanıtıldığında yaratıcı çözümleri arttırabilir [25] .

Modelleme problemlerini çözmeye problem çözmeye ve çok boyutlu düşünmeye ihtiyaç duyulur [185] . Yaratıcı düşünebilmek için hem çok boyutlu hem

de tek boyutlu düşünebilmek gereklidir [182, s.385] . Matematiksel modellemenin başından sonuna kadar tek boyutlu ve çok boyutlu muhakeme kullanılır [82].

Yukarıdaki alan yazının paralelinde matematiksel modelleme etkinlikleri öğrencilerin problem çözme ve yaratıcı problem çözme becerilerine katkı sağlamış aynı zamanda da bu becerileri geliştirmiştir. Karmaşık ve meydan okuyucu modelleme problemleri bilgisayar yazılımları ve hesap makinesi sayesinde daha kolay çözülmüş, öğrencilerin yeni beceriler kazanmasına fırsat sağlamıştır. Böylelikle öğrenciler matematiksel modelleme problemlerinde kullandıkları yöntemleri yeni problem çözme becerileri olarak adlandırmışlar ve bu becerileri kazandıklarını vurgulamışlardır. Matematiksel modelleme problemleri yaratıcı problem çözme becerilerinin de gelişimini sağlamıştır. Problemlerde çok sayıda değişkenin olması, problemlerin teknoloji yardımıyla ve grup çalışmalarıyla çözülmesi, çok sayıda matematiksel model arasından uygun olanın seçimi problemlerde çok boyutlu muhakemenin kullanımını sağlamış, öğrencilerin çok boyutlu ve geniş çaplı düşünme becerilerini geliştirmiştir. Ayrıca problemlerde seçilen bir matematiksel modelin en uygun olup olmadığının derinlemesine incelenmesi, ortak kararların alınabilmesi tek boyutlu muhakemeyi gerekli kılmış ve öğrencilerin süreçte ayrıntılı düşünme becerilerinin gelişimini sağlamıştır. Matematiksel modelleme problemleri, uygulamadan önce öğrencilerin daha önce karşılaşmadıkları problemlerdir. Matematiksel modelleme problemlerinin özelliklerinden biri de, matematiksel modelleme sürecinde elde edilen matematiksel sonuçların yorumlanması ve gerçeğe uygunluğunun tartışılmasıdır. Öğrenciler elde ettikleri sonuçları grup arkadaşları ve diğer gruplarla tartışarak yorumlamışlar, farklı yorumları görüp bu yorumları bir araya getirebilmişlerdir. Böylece öğrencilerin yorumlama becerileri gelişmiş, olaylara farklı açılardan bakabilme ve farklı yorumlamalarda bulunabilme yetisi kazanmışlardır. Öğrencilerin bu kazanımları ve gelişimlerinden sonra problem çözümede kendilerine daha çok güvenmişler ve matematiksel modelleme problemlerine yönelik olan kaygıları azalmıştır.

#### 5.2.4.2 Modelleme Yeterlikleri

Öğrencilerin tüm etkinliklerdeki matematiksel yeterlik puanları değerlendirilmiştir. Etkinliklerin yeterlikleri alınan puanlara göre iyi, orta ve zayıf düzeyde modelleme örnekleri olarak ayrılmıştır. Öğrencilerin modelleme etkinliklerinde zayıf kaldıkları durumlar belirlenmiştir.

Öğrencilerin genelde zayıf kaldıkları durumlar şu şekildedir:

- ◆ Problem çözümünü yanlış yapma, sonucu doğru hesaplayamama,
- ◆ Farklı çözüm yollarını denememe,
- ◆ Ortaya konulan modelde herhangi bir yorumlama çabası içine girmeme,
- ◆ Elde edilen çözümün problemin çözümü olduğunu gösterememe,
- ◆ Kullanılan ölçütleri açıkça ifade edememe,
- ◆ Problemin basitleştirilmiş matematiksel temsilini oluşturmada başarısız olma,
- ◆ Yanlış matematiksel mantık yürütme,
- ◆ Modeli doğru şekilde kullanmada ve problemin basitleştirilmiş halini çözmede başarısız olma,
- ◆ Model yardımıyla ortaya konan çözümü yorumlamada başarısız olma,
- ◆ Yapılan işlemleri tam olarak açıklamama,
- ◆ Geçerlik aşamasını yapamama,
- ◆ Çözümün doğruluğunu açıklayamama,
- ◆ Gerekli matematiksel işlemleri yapamama.

Alanyazın incelendiğinde fen lisesi öğrencilerinin modelleme yeterliklerinin araştırıldığı bir araştırmaya rastlanmamıştır. Böylelikle bu araştırmadan elde edilen sonuçların alana yeni bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## 5.2.5 Matematik Eğitiminde Teknolojinin Kullanımı

### 5.2.5.1 Problem Çözmede Bilgisayarların Kullanımına Karşı Tutum

Teknolojiyle geleneksel beceriler üzerinde daha az zaman harcanır, problem çözme becerileri için zaman oluşturulur [36] . Teknoloji öğrencilerin hâlihazırdaki yeteneklerinin ve deneyimlerinin ötesinde olan matematiksel konuları çalışmalarına imkân sağlar [209, s.669]. Uygun teknolojilerle bir modelin anlaşılmasını engelleyen belirli matematiksel engelleri aşmak mümkündür. Teknoloji daha az matematikle daha uygun karmaşık modelleri öğrencilerin yapmalarını sağlayabilir. Modellemenin özelliklerinden biri de gerçek veriler olmasıdır. Teknoloji bizi matematiğe ve modele odaklanmamızı sağlar [39, s.34-35] . Bilgisayar yazılımları çabuk ve etkili bir şekilde grafiksel çözüm elde ederek modeli analiz etmeyi sağlar [39,s.44] . Seng ve Choo (1997)'ye göre bilgisayarlar özellikle problem çözümünde daha zengin bir ortam ve deneyim sunmaktadır [189].

Elde edilen sonuçlar yukarıdaki alan yazınla örtüşmektedir. Öğrenciler bilgisayar yazılımları sayesinde daha hızlı matematiksel modellere (denklem veya formül) problemleri daha hızlı çözmüşlerdir. İstatistiksel anlamda onlara meydan okuyan zor durumlara karşı yazılımların kullanımı problem çözme sürecini kolaylaştırmıştır. Öğrenciler problem çözmede bilgisayarların kullanımına karşı olumlu tutum ve bakış açıları sergilemişlerdir. Öğrencilerin ifadelerinden genel anlamda bilgisayarların problem çözmede kullanılması gerektiği sonucu çıkarılmıştır. Öğrenciler sadece modelleme problemlerinde değil diğer problem süreçlerinde de bilgisayar yazılımlarının kullanılması gerekliliğine/ kullanılabilirliğine işaret etmektedirler. Bilgisayarlar süreçte bilişsel kolaylaştırıcılar olarak rol almışlardır.

### **5.2.5.2 Bilgisayarların Matematik Eğitiminde Kullanımı**

Bilgisayarlar matematik eğitiminde bilişsel kolaylaştırıcılar olarak işlev görmektedirler. Ayrıca öğrenciler teknolojinin günlük hayatın her alanına girdiğini, eğitim sahasında matematik, teknoloji ve yaşamın iç içe olması gerektiğini ifade etmişlerdir. Yine bilgisayarların kullanımının modelleme ve problem çözmede gerekli olacağını belirtmişlerdir. Ön ankette bilgisayarların kullanımına karşı olumsuz ifadeler daha fazlayken, son ankette bilgisayarların matematikte kullanımı hakkında çok daha fazla olumlu görüş ifade edilmiştir. Uygulama süreci ve sonunda olumsuz düşünceler değişerek olumlu düşüncelere dönüşmüştür.

### **5.2.5.3 Problem Çözmede Hesap Makinelerinin Kullanımına Yönelik Tutum**

Hembree ve Dessart (1986), sınıfta hesap makinelerinin kullanımıyla ilgili yaptıkları meta analiz çalışmasında, hesap makineleriyle çalışan öğrencilerin problem çözmede gelişim gösterdikleri görülmüştür. Hesap makineleri uygun bir şekilde kullanılırsa testlerde hesap makineleri yararlı olabilecektir. Hesap makinesi kullanan öğrencilerin matematiğe karşı daha olumlu tutumlar sergiledikleri görülmüştür [21]. Burrill ve diğerleri (2002), yaptıkları meta analiz çalışmasında hesap makinesi kullanan öğrencilerin problem çözümlerinde daha esnek davrandıklarını bulmuşlardır. Ayrıca öğrencilerin çeşitli strateji ve yaklaşımlar arasında rahatça geçiş yaptıkları ve bağlantılar kurabildikleri görülmüştür. Hesap makinesi sayesinde öğrenciler gerçek veriler üzerinde kolaylıkla çalışabilmektedirler [199]. Ellington (2003) yaptığı meta analiz çalışmasında işlemsel, hesaplama, problem çözme, matematiksel kavramları anlamak için gerekli becerilerin öğrencilerin hesap makinesini kullandıkları zaman ortaya çıktığını ifade etmiştir [200].

Elde edilen sonuçlar yukarıda bahsedilen çalışma sonuçlarıyla paralellik taşımaktadır. Araştırmadaki öğrencilerin düşüncelerinden hesap makinelerinin de bilgisayarlar gibi bilişsel kolaylaştırıcı rol görevi gördükleri anlaşılmaktadır. Karmaşık, kusurlu ve büyük sayıların kullanılmasını gerektiren modelleme

problemlerindeki hesaplama zorluğu hesap makinesinin kullanımı sayesinde ortadan kalkmıştır. Hesap makineleri çözümü hızlandırmakta, işleme ayrılan zamanın problemin anlaşılmasında ve çözüm yollarının geliştirilmesinde harcanmasına olanak sağlamaktadır. Öğrenciler problem çözümede hesap makinelerinin kullanımına yönelik olumlu tutumlar sergilemişlerdir.

#### **5.2.5.4 Hesap Makinesinin Matematik Eğitiminde Kullanımı**

Hesap makinelerinin matematik eğitimine sağladığı bazı yararlar vardır. Hesap makineleri problem çözmeye yardımcıdır. Uygun kullanıldığında, düşünmeyi ve öğrenmeyi arttırıcı rol oynar. Hesap makinesi öğrenme sürecini kolaylaştırır ve hızlandırır. Hesap makinesi öğrencilerin daha aktif öğrenenler olmalarını sağlar. Hesap makineleri matematiksel kavramların öğrenimini arttırır. Matematiksel keşfetme ve deneyimi mümkün kılar. Hesap makineleri öğrencilerin yüksek düzeyde matematiksel güç ve anlama ulaşmalarını sağlayan eğitimsel araçlardır. İşlemlerde harcanan zamanı azaltır. Matematiksel anlamayı, sayı hissini ve uygulamaları geliştirmek için daha çok zaman kalır. Hesap makineleri grup çalışmasını, akranlar arası ve sınıf içi iletişimi desteklemek için kullanılır. Fikirlerin ve bağlantıların alış verişini sağlar [198] .

Hesap makinelerinin kavramsal anlamayı, stratejik yeterliliği ve matematiğe olan yatkınlığı arttırdığı bulunmuştur Ayrıca hesap makinesi kullanan öğrencilerin matematiğe karşı daha olumlu tutum taşıdıkları gösterilmiştir [197].

Hesap makinesinin işlemleri kolaylaştırması, zamandan tasarruf sağlaması, modelleme problemlerinde kullanılması gerekliliği yine ortaya çıkmıştır. Hesap makinesi karmaşık problemlerin zorluğunu azaltarak işlemlerin daha kolay çözümlenmesini sağlar. Ayrıca hesap makineleri grup içi iletişimin kuvvetlenmesine yardımcı olmuştur. Bu durumlar Pomerantz (1997)'nin ifadeleriyle uyumludur [198]. Araştırmadaki öğrenciler matematiğe karşı olumlu tutumlar taşımaktadırlar. Öğrencilerde hesap makinesinin problem çözme dışında veya problem çözümede çokça kullanılmasıyla ilgili bir takım kaygıları devam etmiştir. Hesap makinesinin



fazla kullanılması durumunda işlem yeteneğinin körelebileceğini, düşünme gücünün azabileceğini, pratikliğin körelebileceği, hazırcılığa alışılabilmesi ve öğrenme sırasında dikkatli kullanılması gerektiği konusunda kaygılarını dile getirmişlerdir. Oysaki literatürde, hesap makinelerinin matematik derslerinde uygun bir şekilde kullanımının öğrencilerin işlem becerileri üzerinde zararlı bir etkisi olmadığı yapılan araştırmalarda ortaya konmuştur [21]. Olumlu ifadelerin sayısı olumsuz ifadelerden fazladır.

## **6. SONUÇ VE ÖNERİLER**

### **6.1 Sonuçlar**

Yapılan çalışmada ilgili alanyazın paralelinde ve yapılan çalışmanın kendine özgü doğasından kaynaklanan sonuçlara ulaşılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

#### **6.1.1 Matematiğe Yönelik Tutumlar**

Matematiksel modelleme etkinlikleri öğrencilerin matematiğe yönelik tutumları üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmamıştır. Matematiksel modelleme etkinliklerine katılan öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarında önemli bir değişme gözlenmemiştir. Matematiksel modelleme etkinlikleri, öğrencilerin matematiğe karşı olumlu duygularının daha fazla gelişimini sağlamıştır. Matematiğin daha eğlenceli görülmesinde rol oynamıştır.

#### **6.1.2 Matematiğe Yönelik İnançlar**

Matematiksel modelleme etkinlikleri, öğrencilerin matematiğe yönelik inançları üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmamıştır. Matematiksel modelleme etkinliklerine katılan öğrencilerin matematiğe yönelik inançlarında önemli bir değişme görülmemiştir. Etkinlikler, matematiğin uygulanmasına yönelik inançların gelişmesini sağlamıştır. Matematiğe yönelik inançlar, matematiğin işlevselliği ve matematiğin yapısı alt boyutunda da incelenmiştir. Ancak anlamlı bir farklılığa ulaşılmamıştır. Matematiğin uygulanmasına yönelik inançların en çok gelişim gösterdiği durumlar, matematiği günlük hayatın içinde her yerde görme ve matematiği düşündüğünden daha kapsamlı bir bilim dalı gibi algılama olarak görülmüştür.

### **6.1.3 Matematiğe Yönelik Kaygılar**

Matematiksel modelleme etkinlikleri öğrencilerin matematiğe yönelik kaygıları üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmamıştır. Matematiksel modelleme etkinliklerine katılan öğrencilerin matematiğe yönelik kaygılarında önemli düzeyde bir artış veya azalma gözlemlenmemiştir. Matematiğe yönelik kaygı beş alt boyutta da incelenmiştir. Bu boyutlar: sınav kaygısı, matematik dersi kaygısı, işlem kaygısı, istatistik kullanma kaygısı, problem çözme kaygısıdır. Tüm alt boyutlarda anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Özellikle matematiksel modelleme etkinliklerinde çok sayıda işlemin yer alması nedeniyle işlem kaygısının, çok sayıda istatistik kullanılması nedeniyle istatistik kullanma kaygısının, problemlerin zor bulunması nedeniyle problem çözme kaygısının artması beklenmiş ancak herhangi bir değişme gözlemlenmemiştir.

### **6.1.4 Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutumlar**

Matematiksel modelleme etkinlikleri öğrencilerin bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutumlarında anlamlı bir farklılık oluşturmamıştır. Bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutumlar üç alt boyutta da incelenmiştir. Bu boyutlar değer, önem ve duygudur. Tüm alt boyutlarda anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

### **6.1.5 Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı**

Matematiksel modelleme etkinlikleri öğrencilerin problem çözmede hesap makinesi kullanımına yönelik görüşleri üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmuştur. Bu anlamlı farklılık matematiksel modelleme etkinliklerine katılan deney grubu lehine olmuştur.

### 6.1.6. Nitel Araştırma Problemleri Bağlamında Sonuçlar

Matematiksel modelleme etkinliklerine katılan öğrenciler matematiksel modellemeyi yeni bir problem çözme yöntemi olarak görmüşler ve matematiksel modelleme sürecinin unsurlarına vurgu yapmışlardır. İlk kez katıldıkları böyle bir uygulamayı doğru olarak anlamış ve değerlendirmişlerdir.

Matematiksel modelleme etkinliklerine katılan öğrenciler daha önce matematiksel modelleme problemleriyle karşılaşmamışlardır. Matematiksel modelleme problemleri karmaşık gerçek yaşam problemleri olarak algılanmıştır. Öğrenciler, matematiksel modelleme problemlerini çok sayıda sonuç elde ettiklerinden açık uçlu sorular olarak düşünmüşlerdir. Öğrencileri matematiksel modelleme problemleri zorlamış, problemleri meydan okuyucu durumlar olarak algılamışlardır. Daha önce herhangi bir problemde öğrencilerden soruyla ilgili herhangi bir yorumda bulunmaları istenmemiştir. Matematiksel modelleme problemleri öğrencilerden sorularda yorum yapmaları istediğinde onlara farklı gelmiştir. Matematiksel modelleme problemleri ayrıntılı değerlere sahip olup bunların etkili kullanımını gerekli tutmaktadır.

Matematiksel modelleme etkinliklerine katılan öğrenciler matematiksel modellemenin, matematik öğretiminde yer alması gerektiğini belirttikleri bulunmuştur. Matematiksel modelleme etkinlikleri çok zaman aldığından ayrı veya seçmeli bir ders olarak kullanımı akla gelmiştir. Öğrencilerin uygulamayı başarılı gördükleri belirlenmiştir. Uygulamaya benzer bir uygulamanın yapılabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Matematiksel modellemenin bilişsel yararları yanında problem çözmeye yararlı olduğu, öğrencilerin ifadelerinden elde edilmiştir. Eğitim sistemi ve eğitim sisteminde teknolojik alt yapının yeteri kadar olmaması matematiksel modellemenin uygulanmasına yönelik engeller olarak belirlenmiştir.

Matematiksel modelleme problemlerini çözerken öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştiğini ifade ettikleri belirlenmiştir. Ayrıca dikkat edilen diğer bir noktada öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerilerini aktif olarak kullanmışlardır. Öğrenciler yaratıcı problem çözme becerileriyle çok boyutlu düşünme yardımıyla

çok boyutlu muhakemeyi, ayrıntılı düşünme yardımıyla da tek boyutlu düşünmeyi kullanmışlardır.

Uygulamaya katılan öğrenciler, matematiksel modelleme aşamalarını yerine getirmeye çalışmışlar, yorumlama ve doğrulama aşamalarında diğer aşamalara göre daha zayıf kalmışlardır. Bunun sebebi daha önceki matematik derslerinde öğrencilerden problem çözmeye yorumlama ve doğrulamaya yönelik durumların istenmemesidir. Öğrenciler problemleri çözerken işbirlikli gruplarda çalışmışlar ve teknolojiyi etkin bir biçimde kullanmışlardır.

Matematiksel modelleme etkinliklerinde grupla çalışma yapmaya yönelik olumlu tutumların sergilendiği bulunmuştur. Öğrencilerin problem çözmeye grupla çalışmaları öğrencilere fayda sağlamıştır. Grup çalışması problem çözmeye kolaylaştırıcı rol olmuş; daha rahat, hızlı, anlaşılır çözümlere ulaşılmasını sağlamıştır. Tartışma ortamı yardımıyla en doğru ve güvenilir sonuçlara ulaşmanın yollarını grup çalışması açmıştır. Grup çalışması öğrencilerin işbirlikli öğrenmelerinde katkı sağlamış, çok boyutlu düşünme becerilerini etkin kullanımlarını gerektirmiştir. Matematiksel modelleme etkinlikleri öğrencilerin sosyal gelişimlerine katkı sağlamıştır. Öğrencileri grup içi iletişimlerle, onların aktif olmasını sağlayarak sosyalleşmelerini hızlandırmıştır. Öğrencilerin birlikte çalışmaya alışmalarını getirmiş, yardımlaşma duygusunu geliştirmiştir. Öğrenciler grupla çalışma yapmaktan hoşlanmışlar, grupla çalışmayı eğlenceli bulmuşlardır. Matematiksel modelleme etkinliklerinde grupla çalışma ayrıca demokrasi algısını öğrencilere kazandırmıştır.

Öğrencilerin grup çalışmaları sırasında kendilerini aktif gördükleri belirlenmiştir. Öğrenciler, demokratik ortamda herkesin eşit rol aldığını düşünmüşlerdir. Grup çalışması onların demokrasi kültürü içinde tartışmalarında destekçi olmuştur.

Uygulamaya katılan öğrencilerin, matematiksel modelleme etkinliklerine yönelik olumlu tutum geliştirdikleri bulunmuştur. Öğrenciler bilişsel becerilerini geliştirdiklerini düşünmüşlerdir. Matematiksel modellemenin problem çözmeyi

kolaylaştırdığı, matematiksel düşünceyi ve problem çözme becerisini geliştirdiği öğrencilerin ifadelerinden elde edilmiştir. Öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerini duyuşsal ve bilişsel boyutta olumlu algıladıkları gözlemlenmiştir. Matematiksel modelleme etkinlikleri, problem çözümede öğrencilerin kendilerine güven kazanmalarında katkı sağlamıştır. Öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerileri gelişmiştir.

Öğrencilerin bilgisayar yazılımlarının matematiksel modelleme problemlerinde kullanımının genel anlamda olumlu tutum gösterdikleri bulunmuştur. Bilgisayarlar bilişsel kolaylaştırıcı olarak rol almış, zor problemlerin kısa zamanda daha kolay çözülmesini sağlamıştır. Öğrenciler bilgisayar yazılımları yardımıyla denklemlere (matematiksel modellere) ulaşabilmişlerdir. Öğrencilerin bilgisayarlı problem çözme becerileri gelişmiştir. Bilgisayar yazılımı olmadan problemlerin çözümünün zor olduğunu ifade ettikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin bilgisayarların matematik eğitiminde kullanımına yönelik olumlu tutumlar sergiledikleri bulunmuştur. Bunun en önemli nedeni öğrencilerin matematiği, teknolojiyi ve günlük yaşamı iç içe görmeleridir. Öğrencilerin bilgisayarların modelleme ve diğer problem çözümlerinde kullanımının destekleyici olduğunu öne sürdükleri görülmüştür.

Öğrenciler hesap makinelerinin problem çözümede kullanılması gerektiğini düşündükleri ortaya çıkmıştır. Hesap makineleri karmaşık işlemleri kolaylaştırmakta, zamandan tasarruf sağlamaktadır. Uygulamaya katılan öğrenciler genel anlamda hesap makinelerinin matematikte kullanımına yönelik olumlu tutum geliştirmişlerdir. Ancak hesap makinelerinin matematik öğrenmeye yönelik olan etkileri hakkındaki kaygıları korunmuştur.

#### **6.1.7. Matematik Eğitimi Açısından Sonuçlar**

Genel olarak bakıldığında çalışmanın matematik eğitimi için özel birkaç yönü bulunmaktadır. Öğrenciler anlamlı ve kapsamlı bir matematiksel modelleme etkinlikleri programına başarıyla katılmışlardır. Matematiksel modelleme problemleri farklı bilgi seviyelerinde çözülebilmekte, farklı problem çözme yöntem

ve stratejileri kullanımını olanaklı kılmaktadır. Öğrenci ve öğretmenlerin öğrenme yaşantılarını zenginleştirmektedir. Sınıfta çözülen geleneksel problem çözme yönteminde problemlerde belirli bir çözüm yolu takip edilmekte ve çoğu zaman tek bir sonuç elde edilmektedir. Matematiksel modelleme problemleri öğrencilere iç görü kazandırarak, matematik kavrayışını çeşitli yollarla geliştirir ve çeşitli öğrenme yöntemleriyle ilgili fırsatların kazanılmasını sağlamıştır. Buna göre matematiksel modelleme etkinliklerini oluşturma, geliştirme ve çözüm sürecine dâhil olma matematik eğitimi ve öğretimi açısından yararlar sağlayacaktır.

Matematiksel modelleme problemleri öğrencilerin gelecekte yüksek öğretimde alacakları matematik eğitimi için bir alt yapı görevi görür. Öğrenciler, matematiksel modelleme etkinliklerinde kendi fikirlerini ifade etmişler, çeşitli faktörlerin etkilerini ve modellerini test etmişler, modellerini oluşturmuşlar, modellerini gözden geçirerek gerekli düzeltme ve iyileştirmeleri yapmaya çalışmışlardır. Matematiksel modelleme sürecinin döngüsel bir yapıda olması bu durumları tekrar tekrar yapabilmelerine imkân vermiştir. Matematiksel modelleme problemlerine uygun matematiksel fikirleri üretme ve geliştirme şansına sahip olmuşlardır. Matematiksel modelleme etkinlikleri öğrencilerin problem çözme becerilerini besleyen, bununla birlikte onların merak duygularını geliştiren ve onlara cesaret veren bir öğrenme döngüsüdür.

Matematiksel modelleme problemleri öğrencilerin matematiksel düşüncelerini ve kavrayışlarını paylaşmaları için birbirleriyle iletişim kurmalarını gerektirir. Modelleme problemlerinde akranlar birbirleriyle iletişime geçerler ve birbirlerinden öğrenirler. Matematiksel modelleme etkinlikleri akran öğrenimini geliştirir. Matematiksel modelleme problemleri öğrencilerin iletişim becerilerini geliştirip, bunun yanın da matematiksel dili doğru kullanma becerilerini de geliştirici olanaklar sunar. Problemler bireylere, problem çözümede uyguladıkları stratejileri, verileri nasıl değerlendirdiklerini, modelleri nasıl yapılandırdıklarını ve matematiksel anlamaları nasıl sunmaları gerektiğini belirtmek için fırsatlar verir. Öğrenciler demokratik bir ortamda problemlerle ilgili düşüncelerini paylaşırlar ve kendi gelişimlerini yazılı olarak kaydedebilirler. Diğer öğrenciler de sözel ve yazılı formlarda birbirlerinin düşüncelerini değerlendirme şansına sahiptirler. Böylelikle

iletişim becerileri gelişir. Matematiksel modelleme sürecinde etkileşimler önemlidir. Gruplar içindeki bireyler, yaratıcı ve eleştirel düşünme becerilerini kullanarak fikir üretirler. Öğrencilerin bu düşünme becerilerini kullanmaları diğer kişilerin düşünme becerilerini etkileyebilir. Bu becerilerin gelişimine sebep olabilir. Öğrenmenin sosyal yönü matematiksel modelleme sürecinin önemli bir unsurudur. Modelleme yaklaşımı kullanıldığında problemde öğrenciye, öğrenciden sınıfın geri kalanına ve öğretmene sözel ve yazılı raporlar yoluyla iletişim gerçekleşir.

Öğrencilerin matematik hakkındaki inanç ve tutumları, bilgisayar yazılımı ve hesap makineleri hakkındaki inanç ve tutumları süreci, başarıyla tamamlamalarına katkıda bulunmuştur. İşlemsel eğilimleri onların matematiğin işlemsel bir süreç olarak inandıkları fikrini vermektedir. Özellikle bilgisayar yazılımının bu hesaplama sürecini tamamlamak için en iyi araç olarak gördükleri ileri sürülebilir. Matematik hakkındaki bu işlemsel inanç matematiksel modelleme etkinliklerini tamamlamak için yeterli olmuştur.

Öğrenciler teknolojiyi aktif olarak problem çözmede kullanmışlardır. Daha önce herhangi bir şekilde hesap makinesi ve bilgisayar yazılımlarını problem çözmede kullanmayan öğrenciler, ilk defa kullandıkları araçlarla başarılı problem çözümler olmuşlardır. Zor problemlerin üstesinden teknolojik araçlarla gelmişlerdir. Başlangıçta teknolojiyle hesaplama yapmaya karşı biraz olumsuz tutumları olsa da bu olumsuz tutumlar süreçte ve süreç sonunda değişip olumlu hale dönmüştür.

Öğrenciler matematiğin gerçek hayat potansiyelini öğrenmişlerdir. Özellikle bir matematik probleminin birden fazla yoldan çözümünü isteyen ve hesaplamadan daha fazla matematiğe ihtiyaç duyulduğu çeşitli cebirsel durumlarda daha iyi algılamışlardır. İletişim becerilerinin artışı grup çalışmasının önemini problemler yardımıyla işbirlikli süreçlerle ilk elden öğrenme fırsatını yakalamışlardır.

Modelleme problemleri grup çalışmasında elde edilen rolleri kazanmayı kolaylaştırmaktadır. Öğrencilerde modelleme etkinlikleri sırasında, farklı rollerin kazanıldığı ve farklı etkinliklerde farklı roller aldıkları gözlemlenmiştir. Edinilen roller, grubu bir arada tutmayı, grubun ilerlemesini kontrol etmeyi, yeni yönelinecek



yolları belirlemeyi kapsamıştır. Öğrencilere bu tarz fırsatlar sağlandığından modelleme etkinlikleri değerlibulunmuştur.

Son olarak öğrenciler modelleme problemlerini zor bulmuşlardır. Böyle bir durumun iki sebebi vardır. Birincisi etkinliklerdeki problemler hakkında deneyimsizlikleri ve gerekli matematik bilgilerinin eksikliğidir. İkincisi daha çok meydan okuyucu matematiksel modellere yönelik olan öğrencilerin eğilimidir. Bu nedenlerden dolayı özel bir öğretim yapılmadan model oluşturma etkinliklerine başlanılmamalıdır. Yoksa benzer güçlüklerle her zaman karşı karşıya kalınabilir.

## **6.2. Öneriler**

Araştırmanın sonuçları göz önüne alındığında öneriler 6 başlıkta verilmiştir: Hizmet öncesi eğitim, hizmet içi eğitim, program geliştirme, öğretim ilke ve yöntemleri, ölçme ve değerlendirme, araştırmacılar için öneriler.

### **Hizmet Öncesi Eğitim İçin Öneriler**

Öğretmen adaylarının modelleme etkinliklerini uygulayabilmeleri için onların modelleme becerilerinin gelişmiş olması gerekir. Öğretmen adayları modelleme konusunda deneyim kazandırılabilir. Bu tür deneyimler için matematik öğretmeni adaylarının yetiştirilmesinde doğrudan konuyla ilgili bazı lisans derslerinin verilmesi uygundur. Ayrıca alan ve alan eğitimi derslerinde matematiksel modelleme problemlerinden yararlanma yoluna gidilebilir.

Öğretmen adayları öğrencilerin duyuşsal özelliklerinden haberdar olmalıdırlar. İnançlar, duygular ve tutumlar matematikte eleştirel ve yaratıcı düşüncenin gelişiminde önemli rol oynar. Modelleme öğrencilerin eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerini harekete geçirir, matematiğe yönelik tutumlarına yön verir. Modelleme için inançlar, modelleme etkinliklerinin matematik programlarıyla bütünleştirilmesine engel olan başlıca durumdur. Öğretmen adayları bu inançlardan

haberdar olup öğrencilerin olumlu inançlar geliştirmelerini sağlayacak şekilde eğitim alabilirler.

Modelleme etkinliklerinde teknoloji etkin olarak kullanılmaktadır. Öğretmen adaylarının lisans düzeyindeki derslerle teknoloji kullanım yeterlikleri geliştirilebilir. Ayrıca öğretmen adaylarının teknolojinin matematik öğretiminde kullanımına karşı olumlu tutuma sahip olmaları modelleme etkinliklerinin sınıfta uygulanabilmesi için önemlidir.

Öğretmen adaylarının modellemede, öğretmen rollerini öğrenmeleri gerekir. Öğrencilere nasıl rehberlik yapacaklarını, kolaylaştırıcı rolünün neleri içerdiğini öğrenmeleri, modellemede yaşanabilecek tıkanmaların önüne nasıl geçecekleri konusunda bilgi sahibi olmalıdırlar.

Problem çözme etkinliklerinden biri sayılan modelleme etkinliklerinde öğretmen adayları yaratıcı problem çözme becerilerinin geliştirilmesi aşamalarını bilmeleri gerekir. Matematiksel modelleme programlarını uygulamak için öğretmenlerin hizmet içi eğitim alması, teknolojik araç-gereçleri etkin bir biçimde kullanmaları gerekir.

### **Hizmet İçi Eğitim İçin Öneriler**

Öğretmenler hizmet içi eğitimlerle modelleme hakkında bilgilendirilmelidirler. Öğretmenlerin teknoloji kullanımına yönelik eksikleri varsa giderilmelidir. Öğretmenlerin çağdaş öğretim yöntemi olan yapılandırmacı öğretim yaklaşımını sınıflarında kullanmaları için desteklenmelidirler.

Öğretmenlerin modelleme etkinliklerinin, sınıflarında kullanımına yönelik olumlu tutum göstermeleri için gerekli çalışmalar yapılmalıdır. Matematiksel modellemenin matematik programıyla nasıl daha iyi bütünleştirilebileceğine dair öğretmen görüşleri alınmalıdır. Modelleme etkinliklerinin uygulanabilmesi için gerekli zaman öğretmenlere tanınmalıdır.

Modellemeyi sınıfta kullanacak olan öğretmenlerdir. Onun için öğretmenlerin modellemeyle ilgili inançları araştırılmalıdır. Öğretmenlerin modellemenin matematik öğretimi için kullanışlılığıyla ilgili inançları incelenmelidir. Bu inançlar dikkate alınarak programlar şekillendirilmelidir.

Araştırma ortaöğretimde yapılırsa da modelleme becerilerinin gelişiminin en önemli dönemleri olan ilköğretim 1-8.sınıflar düzeyinde matematiksel modellemenin nasıl kullanılacağına ilişkin eğitim seminerleriyle bilgilendirme çalışmaları yapılabilir. Araştırma aynı şekilde ortaöğretim düzeyinde de uygulanmalıdır.

### **Program Geliştirme İçin Öneriler**

Matematiksel modelleme programları modelleme temelli biçimlendirilmelidir. Modellemenin matematik programlarıyla bütünleşmesine engel olan durumlara yönelik önlemler alınabilir. Matematik programlarında matematiğe karşı olan tutum, kaygı ve inançlarla modelleme arasında bağ kurulabilir. Benzer bir bağ problem çözme becerilerinin geliştirilmesi ve teknolojinin kullanımıyla ilgili olabilir. Matematik programları matematiksel modelleme için gerekli zamanı içine alacak şekilde genişletilebilir. Programda çok çeşitli disiplinlerden modelleme problemlerine yer verilebilir.

Rutin olmayan ve disiplinler arası olan problemlerde çok çeşitli bilgiler kullanılabilir. Problemlerde bilgilerin kullanılması potansiyel olarak yaratıcı düşünmenin kullanımı arttırır. Sınıfta çok çeşitli disiplinlerden matematiksel modelleme problemleri getirilip çözülerek, öğrencilerin yaratıcı düşünme becerileri geliştirilebilir.

Sınıfta öğrencilerin matematiksel iletişim ve matematiksel dili kullanma becerilerinin geliştirilmesine önem verilmelidir. Matematiksel bilgi; sözel, sembolik, grafiksel gibi matematiksel dilin kullanımı geliştirilir ve böylelikle matematiksel iletişim becerilerinin güçlenmesine katkıda bulunulur. Modelleme etkinlikleri bu yönüyle değerli ve uygun etkinliklerdir.

Etkinliklerin hazırlanması belli bir ünite dâhilinde olabileceği gibi disiplinler arası bir yaklaşımla çok çeşitli matematik konularını ve ünitelerini kapsayacak şekilde tasarlanabilir.

### **Öğretim İlke ve Yöntemleri İçin Öneriler**

Modelleme etkinlikleri yapılandırmacı öğretime uygun etkinliklerdir. Yapılandırmacı öğretim yöntemleri yardımıyla modelleme etkinliklerinin sınıflarda uygulanması daha uygundur. Modelleme uygulamaları öğrenci merkezli yöntemlerin uygulanmasını gerektirir. Öğrenciyi merkeze alan programlarda demokratik bir yaklaşım sergilenebilir. Öğrencilerin işbirlikli çalışmaları yardımıyla modelleme etkinlikleri gerçekleştirilebilir. Modelleme etkinlikleri eğitim teknolojileri yardımıyla desteklenebilir.

Matematiksel modelleme etkinlikleri, çeşitli öğrenme yöntemlerinin geliştirilmesine, farklı ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarının işe koşulmasında, öğrenciye imkân verebilir. Model oluşturma etkinlikleri matematik eğitimine olumlu katkılar sağlar.

Öğretmenler tarafından kullanılan modelleme rutin bir problem çözme ortamından kurtulmayı, yeni bir öğrenme çevresinde problem çözmeyi sağlar. Bu problem çözme çevresi, ilk başta aşılabilir gibi görülen problemlere öğrencilerin matematiksel bilgilerinin uygulamasına olanak vererek problemin aşılmasına katkıda bulunur. Böylelikle öğrenci önceki bilgilerini gözden geçirme fırsatını yakalar.

Matematiksel modelleme bağlamı, öğrencilerin tartışma becerilerini geliştirebilir. Sınıf içinde tartışma becerisini geliştiren en iyi yollardan biri de öncelikle bir problemin sınıftaki küçük gruplarda tartışılması, daha sonra grupların probleme yönelik çözüm önerilerini sunması, en son da problemin çözüm yollarının sınıf olarak topluca tartışılmasıdır. Modelleme etkinliklerinin sınıfta uygulanabilmesi için demokratik sınıf ortamları düzenlenmesi gereklidir.

## **Ölçme ve Değerlendirme İçin Öneriler**

Modelleme etkinlikleri öğrenci merkezli ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarını kullanmayı gerektirir. Matematiksel modelleme etkinlikleri matematiksel muhakeme, matematiksel düşünce, yaratıcı problem çözme gibi üst düzey düşünme becerilerinin kullanımını içerir. Bu becerilerin ölçülebilmesi için gerekli araçların hazırlanmasına ihtiyaç vardır. Ayrıca öğrencilerin modelleme yeterlikleri belirlenebilir. Modelleme yeterliklerinin belirlenmesinde hazırlanan puanlama yönergeleri kullanılabilir. Öğrenciler modelleme projelerine katılabilirler. Ayrıca onlara ürün dosyaları hazırlatılabilir. Böylece öğrenciler süreçte ve sürecin sonunda gözlemlenebilir. Modellemede öğrenciler birbirlerinin uygulamalarını değerlendirme şansına sahip olurlar.

Modelleme her düzeyden öğrenci için kullanılabilir. Modelleme problemlerinin bağlamı öğrencilerin ve öğretmenler arasındaki karşılıklı etkileşimi zorunlu kıldığından ve düşük modelleme becerilerine sahip öğrencilerin fikirlerini sunmalarına, olası çözümleri tartışmalarına imkân verir. Sonuçta da modelleme problemlerini çözmek için becerilerini geliştirici bir ortam oluşturulabilir.

## **Araştırmacılar İçin Öneriler**

Aynı araştırma farklı veri toplama araçları ve araştırma deseni yardımıyla yapılabilir. Uygulamaya katılan öğrencilerle odak grup görüşmeleri, katılımcı gözlemler ve süreç sonunda da öğrencilerle görüşmeler yapılabilir.

Benzer çalışmalar hizmet içi eğitimde yer alan öğretmenler tarafından eylem araştırması olarak yapılabilir. Böylelikle modelleme etkinliklerinin işlerliği öğretmenlerce daha iyi anlaşılıp görülebilir.

Araştırmacıların geliştirecekleri modelleme etkinliklerinin model oluşturmanın 6 ilkesine göre tasarlanması gereklidir. Bunun için araştırmacı modelleme konusuna hâkim olmalıdır.

Araştırmacılar, modelleme etkinliklerine ayrılacak zamanı iyi ayarlamalıdırlar. Modelleme etkinlikleri uzun zaman alan etkinliklerdir. Matematik programı içinde yeterli ve uygun zamanların elde edilebilmesine çalışılmalıdır. Modelleme konularının diğer öğretim saatlerinden fazla zaman almaması uygun olur.

Modelleme etkinliklerinin uygulanabilmesi için okullarda uygun teknolojik alt yapı olmalıdır. Araştırmacının okulda uygun teknolojiye sahip olmasının yanında, teknolojiyi etkin kullanabilme becerisine de sahip olması gereklidir. Ayrıca araştırmacının öğrencilere teknolojinin nasıl kullanılacağını öğretmesi uygun olur.

Matematiksel modelleme etkinliklerini uygulamak araştırmacının çok fazla çabasını gerektirir. Bunun için araştırmacı konu ve alan eğitimi bilgisine sahip bir uzmanla birlikte çalışabilir, onun yardımından faydalanabilir.

Modelleme etkinliklerini gerçekleştirecek araştırmacının öğrencilerin duyuşsal ve bilişsel özelliklerinden haberdar olması gerekir. Özellikle öğrencilerin olumsuz inançları modelleme etkinliklerinin matematik programıyla bütünleşmesine büyük engel oluşturmaktadır. Araştırmacı bu durumu göz önüne alarak modelleme etkinliklerini tasarlamalı, gerekli önlemleri zamanında alabilmelidir.

Modelleme farklı ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarının kullanılmasını gerektirir. Araştırmacının bu ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarıyla ilgili bilgisinin olması gerekir.

Benzer bir çalışma ilköğretim ve diğer ortaöğretim okullarındaki öğrencilerle; öğretmen adayları ile eğitim sistemindeki öğretmenlerle yapılabilir.

Sonuç olarak modelleme yeni bir öğretim potansiyeli olup öğrenme, öğretim ve araştırma alanlarında umut verici bir yaklaşımdır. Türkiye'deki ulusal matematik programlarının ve öğretmen yetiştirme programlarının değerlendirilmesi, yenilenmesi ve gelişimi için modelleme değerli öneriler getirebilir.

## 7. EKLER

### EK-A ARAŞTIRMA İZİN BELGESİ

T.C.  
**BALIKESİR VALİLİĞİ**  
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı :B.08.4.MEM.4.10.00.04.311/  
Konu :Araştırma İzni

21.11.2008\* 38224

**BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ**  
(Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı)

**İLGİ :05.10.2008 tarih ve B.30.2.BAÜ.0.72.00.00.504/1246– 7729 sayılı yazımız.**

Üniversiteniz Necatibey Eğitim Fakültesi doktora öğrencisi Mehmet Ali KANDEMİR 'in Tez Araştırması kapsamında ekli onayda belirtilen okullarda "Model Oluşturma Etkinliklerinin öğrencilerin Duyuşsal Özelliklerine Problem Çözme Becerilerine ve Teknolojiye İlişkin Düşüncelerine Etkisi" konulu Tez çalışmasını yapabilmesine ilişkin 20.11.2008 tarih ve 311/38100 sayılı Valilik Oluru ekte gönderilmiştir.

**Bilgilerinizi ve ekteki EK-2 Formunun doldurulup Okul Müdürlüğüne, uygulama çalışması tamamlandıktan sonra EK-1 Formunun Müdürlüğümüze teslim edilmesinin ilgililere tebliğini arz ederim.**

  
**Abdurrahim KÖKSAL**  
Millî Eğitim Müdürü

**NOT :** Okullarda mühürlü olan çalışma formlarının uygulanması

**EKLERİ**

Ek:1- Valilik Onayı.  
Ek:2- EK-2 Formu  
Ek:3- EK-1 Formu  
Ek:4- Mühürlü Çalışma formları

|   |  |                                      |                                  |   |
|---|--|--------------------------------------|----------------------------------|---|
|  | Kasaplar Mah. Eski Sındığı<br>Cad.No:1-10100 BALIKESİR<br>Tel :0 266 239 62 73<br>Fax :0 266 239 62 74<br>e-posta :balikesirmem@meb.gov.tr<br>İnt. Adr. :http://balikesir.meb.gov.tr | <b>DANISMA</b><br>444 0 632<br>HATTI | <b>EGITIME</b><br>%100<br>DESTEK | <b>EDİMDE KESİRSİN</b><br>Daha aydınlık<br>gelecek! |
|---|--|--------------------------------------|----------------------------------|---|

## EK B- Matematik Dersine Yönelik Tutum Ölçeği

**Ad-Soyad:**

**Ölçeği Doldurma Tarihi:**

**Okul:**

**Sınıf:**

Genel Açıklama: Değerli öğrenciler bu ölçek sizin matematiğe karşı tutumlarınızı ölçmek amacıyla tasarlanmıştır. Aşağıdaki ifadeleri dikkatlice okuyunuz ve kendi düşüncenizi cevaplayınız. Bu önermelerin doğru veya yanlış bir yanıtı yoktur. Elde edilen sonuçlar bilimsel amaçlarla kullanılacak herhangi bir notlandırma yapılmayacaktır. Düşüncelerinizi kutu içine tik veya çarpı işareti koyarak belirtiniz.

| Maddeler   | Tamamen Katılıyorum | Katılıyorum | Kararsızım | Katılmıyorum | Tamamen Katılmıyorum |
|--|---------------------|-------------|------------|--------------|----------------------|
| 1. Matematik çok sevdiğim dersler arasındadır.   |                     |             |            |              |                      |
| 2. Matematik çalışmak beni dinlendirir.  |                     |             |            |              |                      |
| 3. Matematik derslerindeki konular azaltılırsa mutlu olurum.   |                     |             |            |              |                      |
| 4. Matematik çalışırken canım sıkılır.   |                     |             |            |              |                      |
| 5. Matematikle uğraşmak beni eğlendirir.   |                     |             |            |              |                      |
| 6. Boş zamanlarımda matematik öğrenmekten zevk alırım.   |                     |             |            |              |                      |
| 7. Matematik derslerinden korkarım.  |                     |             |            |              |                      |
| 8. Matematik problemi çözmek beni yorar.   |                     |             |            |              |                      |
| 9. Matematik bana korkutucu gelir.   |                     |             |            |              |                      |
| 10. Matematik problemi çözmekten zevk alırım.  |                     |             |            |              |                      |
| 11. Matematik derslerin en güzelidir.  |                     |             |            |              |                      |
| 12. İleride, matematikle ilgili bir meslek seçmeyi düşünüyorum.  |                     |             |            |              |                      |
| 13. Matematikten hiç hoşlanmam.  |                     |             |            |              |                      |
| 14. Programda matematik derslerinin sayısı azaltılırsa mutlu olurum.   |                     |             |            |              |                      |
| 15. İleride, matematikle ilişkisi en aza olan bir meslek seçmek istiyorum.   |                     |             |            |              |                      |
| 16. Elime geçen her matematik problemini çözmek isterim.   |                     |             |            |              |                      |
| 17. Matematik konusunda her şey ilgili çeker.  |                     |             |            |              |                      |
| 18. Dersler arasında en çok matematikten hoşlanırım.   |                     |             |            |              |                      |
| 19. Matematik oyunlarından hoşlanırım.   |                     |             |            |              |                      |
| 20. Mümkün olsa matematik yerine başka ders alırım.  |                     |             |            |              |                      |
| 21. Matematik ödevlerini sıkılmadan zevkle yaparım.  |                     |             |            |              |                      |
| 22. Matematik derslerine mecbur olduğum için çalışıyorum.  |                     |             |            |              |                      |
| 23. Boş zamanlarımda matematik problemleri çözmek bana zevk verir.   |                     |             |            |              |                      |
| 24. Bir matematik sorusunun cevabını bulmak için kendi kendime uzun bir zaman harcamaktansa, onu bir bilene sorup öğrenmeyi tercih ederim. |                     |             |            |              |                      |
| 25. Matematik derslerinde kendimi rahat hissetmem.   |                     |             |            |              |                      |
| 26. Diğer derslere göre matematiği daha büyük bir zevkle çalışırım.  |                     |             |            |              |                      |
| 27. Bana göre matematik en çekici derstir.   |                     |             |            |              |                      |
| 28. Matematik derslerinde konular azaltılırsa sevinirim.   |                     |             |            |              |                      |
| 29. Matematik dersinden çekinirim.   |                     |             |            |              |                      |
| 30. Matematik dersini sadece sınıf geçmek için çalışıyorum.  |                     |             |            |              |                      |



## EK C- Matematik İnanç Ölçeği

Ad-Soyad:

Ölçeği Doldurma Tarihi:

Okul:

Sınıf:

**Genel Açıklama:** Değerli öğrenciler, bu ölçek sizin matematikle ilgili inançlarınızı belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Lütfen tüm maddeleri dikkatlice okuyunuz ve ilgili gördüğünüz duruma ait satırdaki boşluğu (X) ile işaretleyiniz. Bu önermelerin doğru veya yanlış bir yanıtı yoktur. Elde edilen sonuçlar bilimsel amaçlarla kullanılacak herhangi bir notlandırma yapılmayacaktır.

| Maddeler   | Kesinlikle Katılıyorum | Katılıyorum | Kararsızım | Katılmıyorum | Kesinlikle Katılmıyorum |
|--|------------------------|-------------|------------|--------------|-------------------------|
| 1. Matematik kuralları kullanmaktan ibarettir.   |                        |             |            |              |                         |
| 2. Matematik iyi bir hafızaya ihtiyaç duyar.   |                        |             |            |              |                         |
| 3. Bir matematik problemini kurmanın her zaman iyi bir yolu vardır.                            |                        |             |            |              |                         |
| 4. Matematik sezgi değil mantık gerektirir.  |                        |             |            |              |                         |
| 5. Matematik kurallardan ibarettir.  |                        |             |            |              |                         |
| 6. Matematik sosyal bir etkinliktir.   |                        |             |            |              |                         |
| 7. Matematik hesaplamadır.   |                        |             |            |              |                         |
| 8. Matematik doğru işlemlerden ve tam sonuçlardan oluşur                                       |                        |             |            |              |                         |
| 9. Matematiksel fikirler daima doğrudur.   |                        |             |            |              |                         |
| 10. Matematikte bir formülü ya da kuralı kullanmak benim için o kuralı anlamaktan önemlidir.   |                        |             |            |              |                         |
| 11. Matematik kurallar ve teoremlerin bir takımındır.  |                        |             |            |              |                         |
| 12. Matematik, mekandan ve zamandan bağımsızdır.   |                        |             |            |              |                         |
| 13. Matematik günlük hayatın ihtiyaçları için kullanışlı işlemler, beceriler ve işler sağlar.  |                        |             |            |              |                         |
| 14. Matematik algoritmalar ve işlemler takımındır.   |                        |             |            |              |                         |
| 15. Matematik dinamiktir ve devamlı olarak etki alanını genişletir.                            |                        |             |            |              |                         |
| 16. Matematik gerçek dünyayı açıklamaya çalışan formal bir yoldur.                             |                        |             |            |              |                         |
| 17. Matematiksel ifadeler formal olarak ifade edilebilir.                                      |                        |             |            |              |                         |
| 18. Matematikte daima takip edilecek bir kural vardır.   |                        |             |            |              |                         |
| 19. Matematik deney ve araştırma yoluyla yapılandırılır.                                       |                        |             |            |              |                         |
| 20. Matematik insan ihtiyaçlarına hizmet eder.   |                        |             |            |              |                         |
| 21. Matematiksel fikirler daha önceden insanların zihinlerinde var olan fikirlerdir.           |                        |             |            |              |                         |
| 22. Matematik keşfedilir.  |                        |             |            |              |                         |
| 23. Matematiksel fikirler öğrenenden bağımsızdır.  |                        |             |            |              |                         |
| 24. Okulda öğrendiğim matematik daha çok hatırlanması gereken işlemler ve gerçeklerden oluşur. |                        |             |            |              |                         |
| 25. Matematikte birey yaratıcı olabilir ve kendisi bir şey keşfedebilir.                       |                        |             |            |              |                         |

| Maddeler   | Kesinlikle Katılıyorum | Katılıyorum | Kararsızım | Katılmıyorum | Kesinlikle Katılmıyorum |
|--|------------------------|-------------|------------|--------------|-------------------------|
| 26. Matematik öğrenmenin nedeni genel anlamda daha açık düşünmek içindir.          |                        |             |            |              |                         |
| 27. Matematik problemi sadece bir yolla doğru çözülebilir.                         |                        |             |            |              |                         |
| 28. Matematik problemlerinin çözümü için doğru işlem kurulmazsa bir şey yapılamaz. |                        |             |            |              |                         |
| 29. Matematik bireysel bir etkinliktir.  |                        |             |            |              |                         |
| 30. Matematik dahi işidir.   |                        |             |            |              |                         |
| 31. Matematik pratik zekayı geliştirir.  |                        |             |            |              |                         |
| 32. Matematik bilmek bütün meslekler için önemlidir.                               |                        |             |            |              |                         |
| 33. Matematik zihinsel bir süreçtir.   |                        |             |            |              |                         |
| 34. Matematik evrensel bir dildir.   |                        |             |            |              |                         |
| 35. Matematik günlük hayatı kolaylaştırır.   |                        |             |            |              |                         |
| 36. Matematik diğer derslerde de başarılı olmak için gereklidir.                   |                        |             |            |              |                         |
| 37. Matematik her derste kullanılır.   |                        |             |            |              |                         |
| 38. Matematik rakam demektir.  |                        |             |            |              |                         |
| 39. Matematik problem çözmedir.  |                        |             |            |              |                         |
| 40. Bazı insanlar matematik zekasına sahiptirler bazıları ise sahip değildirler.   |                        |             |            |              |                         |
| 41. Matematik genelde hayatı anlamaya yardım eder.                                 |                        |             |            |              |                         |
| 42. Matematik önemli kararlar almada yardımcıdır.                                  |                        |             |            |              |                         |
| 43. İyi bir matematik bilgisi diğer konuları öğrenmek için yardımcıdır.            |                        |             |            |              |                         |
| 44. Matematikte iyi olmak sıkı çalışmaya bağlıdır.                                 |                        |             |            |              |                         |
| 45. Matematik meydan okuyucudur.   |                        |             |            |              |                         |

## EK-D MATEMATİK KAYGISINI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

**Ad-Soyad:**

**Ölçeği Doldurma Tarihi:**

**Okul:**

**Sınıf:**

Açıklama: Bu ölçekte sizde gerilim veya endişeye neden olabilecek deneyim ve durumlarla ilgili ifadeler bulunmaktadır. Her bir ifade için onu yaptığımızda sizi ne kadar kaygılandıracağını tanımlamak üzere karşısındaki satırda belirtilen boşlukların içine (X) işareti koyunuz. Her cümleyi düşünerek okuyunuz ve mümkün olduğunca hızlı cevaplamaya çalışınız. Elde edilen sonuçlar bilimsel amaçlarla kullanılacak herhangi bir notlandırma yapılmayacaktır.

| KAYGI NEDENİ...   | Tamamen Katılıyorum | Katılıyorum | Kararsızım | Katılmıyorum | Tamamen Katılmıyorum |
|---|---------------------|-------------|------------|--------------|----------------------|
| 1. Alışveriş yaparken aldığım birkaç mal için ödeme yaptıktan sonra, ne kadar para üstü almam gerektiğini hesaplarken |                     |             |            |              |                      |
| 2. Alt alta bir dizi sayıyı toplarken birinin beni izlemesinden   |                     |             |            |              |                      |
| 3. Beş basamaklı bir sayıyı iki basamaklı bir sayıya bölerken birinin beni izlemesinden                               |                     |             |            |              |                      |
| 4. $976+777$ toplamasını zihnimden yapmam istendiğinde  |                     |             |            |              |                      |
| 5. Beş basamaklı bir sayıyı iki basamaklı bir sayıya bölme işlemi,kağıt kalemle tek başıma yaparken                   |                     |             |            |              |                      |
| 6. Kağıt üzerinde $976+777$ toplamasını yaparken  |                     |             |            |              |                      |
| 7. Matematik dersinde bir havuz problemi çözerken   |                     |             |            |              |                      |
| 8. “ $x=11$ ve $y=3$ ise $x/y$ 'nin sonucunun neye eşit” olduğu gibi bir problemi çözerken                            |                     |             |            |              |                      |
| 9. “ $x=12$ ve $y=4$ ise $x$ 'in $y$ 'ye oranının neye eşit olduğu” gibi bir problemi çözerken                        |                     |             |            |              |                      |
| 10. Geçen dönemki not ortalamamı hesaplamaktan  |                     |             |            |              |                      |
| 11. Matematiksel tablolarla uğraşan birini izlerken   |                     |             |            |              |                      |
| 12. Tahtada matematik problemi çözen bir öğretmeni izlerken   |                     |             |            |              |                      |
| 13. Başka bir öğrencinin bir matematik formülünü açıklamasını dinlerken   |                     |             |            |              |                      |
| 14. Matematik dersi için sınıfa girerken  |                     |             |            |              |                      |
| 15. Bir otomobilin kilometrede kaç litre yakıt harcadığını hesaplarken  |                     |             |            |              |                      |
| 16. Hesap makinesi ile işlem yapan birini izlerken  |                     |             |            |              |                      |
| 17. Bir matematik kitabının sayfalarını göz gezdirirken   |                     |             |            |              |                      |
| 18. Matematik sınavına çalışırken   |                     |             |            |              |                      |
| 19. Matematik kitabında yeni bir üniteyi okumaya başlarken  |                     |             |            |              |                      |
| 20. Sınıfa doğru yürürken matematik dersini düşünmekten   |                     |             |            |              |                      |
| 21. Koridorda yürürken matematik öğretmenimle karşılaştığımda   |                     |             |            |              |                      |
| 22. “İstatistik” kelimesini okuduğumda  |                     |             |            |              |                      |
| 23. Sınıfta matematik öğretmenin derse başlamasını beklerken  |                     |             |            |              |                      |
| 24. Kareköklü ifadeler içeren bir problemi çözerken   |                     |             |            |              |                      |
| 25. Geometri dersinden  |                     |             |            |              |                      |
| 26. Ö.S.S. gibi standart bir testin matematik bölümünü cevaplarken  |                     |             |            |              |                      |
| 27. Matematik dersinde anlamadığım bir şeyi sormak için parmak kaldırdığımda  |                     |             |            |              |                      |

| KAYGI NEDENİ...  | Tamamen<br>Katlıyorum | Katlıyorum | Kararsızım | Katılmıyorum | Tamamen<br>Katılmıyorum |
|--|-----------------------|------------|------------|--------------|-------------------------|
| 28. Grafik veya şemaları okuyup yorumlarken  |                       |            |            |              |                         |
| 29. Bir matematik dersinin dönem sonu sınavına girmekten   |                       |            |            |              |                         |
| 30. Biri benden toplama veya bölme gibi basit bir hesaplamada kullanılan sayıları kontrol etmemi istediğinde                             |                       |            |            |              |                         |
| 31. Bir arkadaşım tarafından “ Saatte 45 km hızla, buradan Ankara’ya ulaşmak ne kadar zaman alır? Gibi bir soruyu cevaplamam istediğinde |                       |            |            |              |                         |
| 32. Arkadaşlarımın bir şans oyununda bahislerini oynarken, kazanma olasılığı üzerindeki konuşmalarını duyduğumda                         |                       |            |            |              |                         |
| 33. Bir matematik probleminin nasıl çözüleceğini bana öğretmeye çalışan arkadaşımın benim konuşulanları anlayamadığımı fark etmesinden   |                       |            |            |              |                         |
| 34. Benden kağıt üzerinde bir dizi toplama ve çıkarma işlemi yapmam istediğinde  |                       |            |            |              |                         |
| 35. Benden kağıt üzerinde bir dizi çarpma ve bölme işlemi yapmam istediğinde   |                       |            |            |              |                         |
| 36. Ödevimi yapmak için matematik kitabımı elime aldığımda   |                       |            |            |              |                         |
| 37. Bir sonraki derse getirilmek üzere, içerisinde birçok zor matematik problemi bulunan bir ev ödevi verildiğinde                       |                       |            |            |              |                         |
| 38. Matematik dersinin sınavları yaklaştıkça   |                       |            |            |              |                         |
| 39. Matematik ders saati yaklaştıkça   |                       |            |            |              |                         |
| 40. İyi geçtiğini düşündüğüm bir matematik sınavının sonucunun ilan edilmesini beklerken   |                       |            |            |              |                         |
| 41. Kötü geçtiğini düşündüğüm bir matematik sınavının sonucunu beklerken   |                       |            |            |              |                         |
| 42. Matematik dersine girerken   |                       |            |            |              |                         |
| 43. Zor bir matematik ödevini yapmaya başlarken  |                       |            |            |              |                         |
| 44. Matematik dersinde, daha önce çalıştığım konuyla ilgili bir soruyu cevaplamam istediğinde  |                       |            |            |              |                         |
| 45. Bir problemi çözmek için gerekli formülü bilmediğim zaman  |                       |            |            |              |                         |
| 46. Karnemde yılsonu matematik notumu gördüğümde   |                       |            |            |              |                         |
| 47. Matematik veya istatistik kitabından bir sayfa açıp bu sayfanın problemlerle dolu olduğunu gördüğümde                                |                       |            |            |              |                         |
| 48. Bir matematik sınavına çalışmaya başlarken   |                       |            |            |              |                         |
| 49. Matematik dersinde bir konuyu dinlerken  |                       |            |            |              |                         |
| 50. Matematik dersinde daha önceden haber verilmemiş quiz tipi bir sınava girdiğimde   |                       |            |            |              |                         |
| 51. Rakamlar içeren bir bilgisayar çıktısını gördüğümde  |                       |            |            |              |                         |
| 52. Matematik kitabının arkasındaki tabloları kullanmaktan   |                       |            |            |              |                         |
| 53. Olasılık cümlelerinin nasıl yorumlanacağını bana anlatılmasından   |                       |            |            |              |                         |
| 54. Bir problemin cevabına nasıl ulaştığımı açıklamam istediğinde  |                       |            |            |              |                         |
| 55. Anlamadığım bir problem için matematik öğretmenimin bana yardım etmesini isterken  |                       |            |            |              |                         |

**EK-E Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği****Ad-Soyad:****Ölçeği Doldurma Tarihi:****Okul:****Sınıf:**

**Genel Açıklama:** Değerli öğrenciler, bu ölçek sizin bilgisayar ve bilgisayar kullanımına yönelik tutumlarınızı belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Lütfen tüm maddeleri dikkatlice okuyunuz ve ilgili gördüğünüz duruma ait satırdaki boşluğu (X) ile işaretleyiniz. Elde edilen sonuçlar bilimsel amaçlarla kullanılacak herhangi bir notlandırma yapılmayacaktır.

| Maddeler   | Tamamen Katılıyorum | Katılıyorum | Kararsızım | Katılmıyorum | Tamamen Katılmıyorum |
|--|---------------------|-------------|------------|--------------|----------------------|
| 1. Bilgisayarla beni korkutmuyor.  |                     |             |            |              |                      |
| 2. Bilgisayar kullanma konusunda hiç iyi değilim.  |                     |             |            |              |                      |
| 3. Bilgisayarla çalışmayı isterim.   |                     |             |            |              |                      |
| 4. Bilgisayarı yaşamımda birçok biçimde kullanacağım.  |                     |             |            |              |                      |
| 5. Bilgisayarlarla çalışmak sınırlarımı bozabilir.   |                     |             |            |              |                      |
| 6. Bir sorunu bilgisayar kullanarak çözmeye çalışmam gerekirse genel olarak bu konuda kendimi iyi hissederdim. |                     |             |            |              |                      |
| 7. Bilgisayarlarla problemi çözmek bana çekici gelmiyor.   |                     |             |            |              |                      |
| 8. Bilgisayarlar hakkında bir şeyler öğrenmek zaman kaybıdır.  |                     |             |            |              |                      |
| 9. Başkaları bilgisayardan söz ettiğinde rahatsızlık duymuyorum.   |                     |             |            |              |                      |
| 10. İleri düzeyde bir bilgisayar çalışması yapacağımı sanmıyorum.  |                     |             |            |              |                      |
| 11. Bilgisayarlarla çalışmanın zevkli ve teşvik edici olduğunu düşünüyorum.                                    |                     |             |            |              |                      |
| 12. Bilgisayarlar hakkında bilgi edinmeye değer.   |                     |             |            |              |                      |
| 13. İçimden bilgisayarları parçalamak geliyor.   |                     |             |            |              |                      |
| 14. Bilgisayarla çalışabileceğime eminim.  |                     |             |            |              |                      |
| 15. Bilgisayar problemlerini çözmek beni cezp etmiyor.   |                     |             |            |              |                      |
| 16. Gelecekteki çalışmalarım için bilgisayarda ustalaşmam gerekecek.   |                     |             |            |              |                      |
| 17. Bilgisayar kursları almak için zahmete girmem.   |                     |             |            |              |                      |
| 18. Bilgisayar kullanmada iyi olabilecek tipte biri değilim.   |                     |             |            |              |                      |
| 19. Bir bilgisayar programında hemen çözemediğim bir sorun olduğunda cevabı bulana kadar vazgeçmem.            |                     |             |            |              |                      |
| 20. Bilgisayarlar kendimi rahatsız hissetmeme neden oluyor.  |                     |             |            |              |                      |

| <b>Maddeler</b>  | <b>Tamamen Katılıyorum</b> | <b>Katılıyorum</b> | <b>Kararsızım</b> | <b>Katılmıyorum</b> | <b>Tamamen Katılmıyorum</b> |
|--|----------------------------|--------------------|-------------------|---------------------|-----------------------------|
| 21. Bilgisayarlar kendimi rahatsız hissetmeme neden oluyor.  |                            |                    |                   |                     |                             |
| 22. Bir bilgisayar dili öğrenebileceğime eminim.   |                            |                    |                   |                     |                             |
| 23. Bazı insanların nasıl olup da bilgisayarlarla bu kadar zaman geçirdiklerini ve bundan hoşlandıklarını anlamıyorum. |                            |                    |                   |                     |                             |
| 24. Hayatımda hiçbir zaman bilgisayarları istekli olarak kullanacağımı zannetmiyorum.                                  |                            |                    |                   |                     |                             |
| 25. Bilgisayar dersinde huzurlu olurdum.   |                            |                    |                   |                     |                             |
| 26. Bilgisayar kullanmak sanırım benim için çok zor olur.  |                            |                    |                   |                     |                             |
| 27. Bilgisayarlarla çalışmaya bir kez başlayınca bırakmak benim için çok zor olur.                                     |                            |                    |                   |                     |                             |
| 28. Bilgisayarlarla çalışmayı bilmem, iş bulma imkanımı arttıracak.  |                            |                    |                   |                     |                             |
| 29. Bilgisayar kullanmayı düşündüğümde başımdan aşağı kaynar sular boşaldığımı hissediyorum.                           |                            |                    |                   |                     |                             |
| 30. Bilgisayar dersinden iyi notlar alabilirim.  |                            |                    |                   |                     |                             |
| 31. Bilgisayarlarla mümkün olduğunca az çalışma yapacağım.   |                            |                    |                   |                     |                             |
| 32. Bilgisayarlarla çözülebilecek her şeyi başka yollarla da çözebilirim.  |                            |                    |                   |                     |                             |
| 33. Bilgisayar kullanmam gerektiğinde kendimi rahat hissederim.  |                            |                    |                   |                     |                             |
| 34. Bilgisayar dersinde başarılı olabileceğimi sanmıyorum.   |                            |                    |                   |                     |                             |
| 35. Eğer bilgisayar dersinde bir problem çözülmeden bırakılırsa sonradan üzerinde düşünmeye devam ederim.              |                            |                    |                   |                     |                             |
| 36. Bilgisayar derslerinde başarılı olmak benim için önemlidir.  |                            |                    |                   |                     |                             |
| 37. Bilgisayarlar beni huzursuz eder ve aklımı karıştırır.   |                            |                    |                   |                     |                             |
| 38. Bilgisayarlarla çalışmak gerektiğinde kendime yeterince güvenirim.   |                            |                    |                   |                     |                             |
| 39. Başkalarıyla bilgisayar konusunda konuşmaktan hoşlanmam.   |                            |                    |                   |                     |                             |
| 40. Bilgisayarlarla çalışmak yaşamım boyunca benim için önemli olmayacak.  |                            |                    |                   |                     |                             |

## EK- F Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeği

**Genel Açıklama:** Aşağıdaki önermeleri dikkatlice okuyun ve kendi düşüncenizi cevaplayınız. Bu önermelerin doğru ya da yanlış bir yanıtı yoktur. Düşüncelerinizi araç içine tik veya çarpı işareti koyarak belirtiniz. Elde edilen sonuçlar bilimsel amaçlarla kullanılacak herhangi bir notlandırma yapılmayacaktır.

**TA:** Tümüyle Katılıyorum      **KA:** Kısmen Katılıyorum      **U:** Çekimserim  
**KD:** Kısmen katılmıyorum      **TD:** Tümüyle Katılmıyorum

|    | <b>Düşünceler ve Görüşler</b>   | TA | KA | U | KD | TD |
|----|---|----|----|---|----|----|
| 1  | Problem çözmede HeMa kullanma zevkli ve isteklendiricidir.                                      |    |    |   |    |    |
| 2  | HeMa kullanma, problem çözme becerilerini geliştirmez.  |    |    |   |    |    |
| 3  | Problem çözerken HeMa kullanma tartışma ortamı yaratır.   |    |    |   |    |    |
| 4  | HeMa sınıfta cetvel,iletke gibi gerekli bir araçtır.  |    |    |   |    |    |
| 5  | HeMa,matematik öğretiminde kullanılmalıdır.   |    |    |   |    |    |
| 6  | Büyük sayılarla işlem gerektiren problemleri çözmek için HeMa uygun bir araç değildir.          |    |    |   |    |    |
| 7  | HeMa matematiksel problem çözerken tahminde bulunma becerilerini geliştirmez.                   |    |    |   |    |    |
| 8  | HeMa problem kurma çalışmalarını destekler.   |    |    |   |    |    |
| 9  | HeMa matematikte temel olguların /kavramların kullanılmasında etkilidir.                        |    |    |   |    |    |
| 10 | HeMa işlem yapmada zihinsel tembelliğe yol açar.  |    |    |   |    |    |
| 11 | Problem çözmek amacıyla HeMa kullanmak gereksiz bir işittir.                                    |    |    |   |    |    |
| 12 | Hesap makinesinin nasıl kullanıldığını öğrenciler öğrenmelidir.                                 |    |    |   |    |    |
| 13 | HeMa problem çözmede keşfetme ve araştırma yapmayı kolaylaştırıcı özellikleri olan bir araçtır. |    |    |   |    |    |
| 14 | Problem çözmede HeMa kullanılırsa, öğretmen öğrencilerin yaptığı çalışmalarını kontrol edemez.  |    |    |   |    |    |

## EK-G AÇIK UÇLU ÖN ANKET VE ISINMA PROBLEMLERİ

**Ad-Soyad:**

**Okul:**

**Sınıf:**

**Anketin Doldurulma Tarihi:**

**Bilgi:** Değerli öğrenciler, bu anket katılacağınız eğitimin mümkün olduğu kadar yararlı olabilmesi için hazırlanmış ve bu anketle hesap makineleri, bilgisayarlar ve matematiksel modelleme hakkındaki görüşleriniz belirlenmesi amaçlanmıştır. Aşağıdaki sorulara samimi bir şekilde cevap vermeniz çalışmanın amaçları için yararlı olacaktır.

Katılımınız için teşekkür ederim.

Arş.Gör. Mehmet Ali Kandemir

OFMAE Mat.Eğt. ABD.

Balıkesir Üniversitesi

### Hesap Makineleriyle İlgili Sorular

- Ne çeşit hesap makineleri kullanabiliyorsunuz? Hesap makineleri hakkında ne kadar bilgiye sahipsiniz? Hangi tür özellikleri olan hesap makinelerine sahipsiniz?
- Bugüne kadar herhangi bir matematik dersinde hesap makinesi kullandınız mı? Kullandıysanız ne zaman ve hangi amaçla kullandınız? Kullanmadıysanız neden kullanmadığınızı düşünüyorsunuz?
- Matematik öğrenirken hesap makinesinin kullanılmasına izin verilmeli midir? Cevabınızın nedenini açıklayınız?
- Matematik sınavı olurken hesap makinesinin kullanılmasına izin verilmeli midir? Cevabınızı nedenini açıklayınız?



### **Bilgisayarla İlgili Sorular**

- Bilgisayar kullanmayı biliyor musunuz? Evinizde kullanabileceğiniz kişisel bilgisayarınız var mı? Bilgisayarınız varsa ne tür özellikleri var? Excel gibi yazılımları kullanabiliyor musunuz?
- Bugüne kadar herhangi bir matematik dersinde bilgisayar kullandınız mı? Kullandıysanız ne zaman ve hangi amaçla kullandınız? Kullanmadıysanız neden kullanmadığınızı düşünüyorsunuz?
- Matematik öğrenirken bilgisayarların kullanılmasına izin verilmeli midir? Cevabınızın nedenini açıklayınız?
- Matematik sınavı olurken bilgisayarların kullanılmasına izin verilmeli midir? Cevabınızı nedenini açıklayınız?

### **Matematiksel Modellemeyle İlgili Sorular**

- Matematiksel modellemeyi hiç duydunuz mu?  
Cevabınız evetse hangi bağlamda duydunuz?  
Sınıfta: Matematiksel modellemeyle ilgili bir deneyiminiz oldu mu? Olduysa açıklayınız?  
Sınıfın Dışında: Matematiksel modellemeyle ilgili bir deneyiminiz oldu mu? Olduysa açıklayınız?
- Eğer matematiksel modellemeyle ilgili hiçbir deneyime ve bilgiye sahip değilseniz, matematiksel modelleme size göre ne olabilir? Açıklayınız?

### **Hesap Makinesi Hesaplama Problemleri**

#### **Problem-1**

(a) Kağıt kalem kullanarak veya zihinden  $8^{1/3}$  ifadesini hesaplayınız. Elde ettiğiniz sonuca inanıyor ve güveniyor musunuz?

(b) Kağıt kalem kullanarak veya zihinden  $(-8)^{1/3}$  ifadesini hesaplayınız. Elde ettiğiniz sonuca inanıyor ve güveniyor musunuz?

(c) Kağıt kalem kullanarak veya zihinden  $(-8)^{2/3}$  ifadesini hesaplayınız. Elde ettiğiniz sonuca inanıyor ve güveniyor musunuz?

(d) a,b,c şıklarında elde ettiğiniz sonuçları hesap makinesinde yaparak karşılaştırmamız? Aynı sonuçları elde ettiniz mi?

### Problem-2

(a)  $(-8)^{1/3}$  ifadesini Derive adlı matematik programıyla hesaplandığında sonuç  $1+\sqrt{3}i$  çıkmaktadır.

Bu sonucu göz önüne alarak kendi hesaplamamızda ve hesap makinesinden elde ettiğiniz sonuçlar hakkında ne düşünüyorsunuz? Kendi hesaplamamıza ve hesap makinesinden elde ettiğiniz hesaplama hala güveniyor musunuz?

(b)  $(-8)^{2/3}$  ifadesini Derive adlı matematik programıyla hesaplandığında sonuç  $-2+2\sqrt{3}i$  çıkmaktadır.

Bu sonucu göz önüne alarak kendi hesaplamamızda ve hesap makinesinden elde ettiğiniz sonuçlar hakkında ne düşünüyorsunuz? Kendi hesaplamamıza ve hesap makinesinden elde ettiğiniz hesaplama hala güveniyor musunuz?

(c)  $(-8)^{1/3}$  ifadesi aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$(-8)^{1/3} = (-8)^{2/6} = ((-8)^2)^{1/6} = (64)^{1/6} = 2$$

Bu sonucu göz önüne alarak kendi hesaplamamızda ve hesap makinesinden elde ettiğiniz sonuçlar hakkında ne düşünüyorsunuz? Kendi hesaplamamıza ve hesap makinesinden elde ettiğiniz hesaplama hala güveniyor musunuz?

(d) Hesap makinesi yardımıyla  $\frac{123456 \cdot 10^4 - 1}{10^9 - 1}$  ifadesini hesaplayınız.

Ne elde ettiniz?  
Sonuç doğru mu?  
Sonuçtan nasıl emin olabilirsiniz?

(e) Hesap makinesi yardımıyla  $28,923,761^2 - 28,923,760^2$  ifadesini hesaplayınız.

Ne elde ettiniz?  
Sonuç doğru mu?  
Sonuçtan nasıl emin olabilirsiniz?

Aşağıdaki problemler için eksenleri ve grafiğin bağımsız ve bağımlı değişken değerleri arasındaki ilişkiyi grafiklerde gösteriniz. Gerçek değerler önemli değildir. Mümkünse modelinizi tanımlayan bir fonksiyon ifadesi de veriniz.

SORU-1 Aşağıdaki tabloda İsveç'in nüfusunun yıllara göre değişimi verilmiştir.

| Yıllar | 1750           | 1800           | 1850           | 1900           | 1950           | 1990           |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Nüfus  | 1.78<br>milyon | 2.35<br>milyon | 3.48<br>milyon | 5.14<br>milyon | 7.04<br>milyon | 8.59<br>milyon |

SORU-2 Paristeki Eiffel kulesinin en yüksek noktası olan 330 metreden bir çikolata tableti düşüyorsunuz. Tabletin yerden yükseklik mesafesi düşürdüğünüzden itibaren hesapladığınız saniyelerin sayısına bağlıdır.

SORU-3 Bir miktar maya kabarması için kısıtlı bir alana bırakılıyor. Mayanın miktarı süre ve yaşama şartlarına bağlıdır.

Sorulan 3 modelleme problemini nasıl buldunuz? Zor veya kolay mıydı? Daha önce bu tür modelleme problemi çözdünüz mü?

## EK-H AÇIK UÇLU SON ANKET

Açıklama: Bu anketin amacı model oluşturma etkinlikleri sonucunda matematiğe karşı tutumlarınızda, matematiksel inançlarınızda, matematiğe ilişkin kaygılarınızda bir değişme olup olmadığını belirlemek, matematik öğretiminde teknolojiyi kullanımı ve sizin teknolojiye bakış açınızla ilgili düşüncelerinizi almak; problem çözme becerilerinizle ilgili bilgi almak ve model oluşturma etkinlikleri hakkındaki düşüncelerinizi öğrenmektir. *Lütfen her bir soruda düşüncelerinizi en az 4-5 cümleyle ifade ediniz.*

Katkılarınız için teşekkürler.

Arş.Gör. Mehmet Ali KANDEMİR

Soru (1): Model ifadesinden ne anlıyorsunuz?

Soru (2): Matematiksel Modelleme ifadesinden ne anlıyorsunuz?

Soru (3): Model oluşturma etkinlikleri hakkında ne düşünüyorsunuz?

Soru (4) Model oluşturma etkinlikleri matematik eğitiminde kullanılmalı mı ? Kullanılmalıysa nasıl kullanılabilir? Kullanılmamalıysa neden?

Soru (5) Matematik eğitiminde bilgisayarların kullanılmasıyla ilgili görüşleriniz nelerdir?

Soru (6) Matematik eğitiminde hesap makinesinin kullanımıyla ilgili görüşleriniz nelerdir?

Soru (7) Model oluşturma etkinlikleri sonucunda matematiğe karşı tutumunuzda bir değişiklik oldu mu? Olduysa nasıl bir değişiklik oldu? Olmadıysa neden?

Soru (8) Model oluşturma etkinlikleri sonucunda matematikle ilgili inanışlarınızda bir değişme oldu mu? Olduysa nasıl bir değişiklik oldu? Olmadıysa neden?

Soru (9) Model oluşturma etkinlikleri sonucunda matematiğe karşı duyduğunuz kaygılarınızda bir değişme oldu mu? Olduysa ne yönde ve nasıl bir değişiklik oldu? Olmadıysa neden?

Soru (10) Model oluşturma etkinlikleri sonrasında bilgisayarları matematik derslerinde problem çözmeye kullanmasına nasıl bakıyorsunuz?

Soru (11) Model oluşturma etkinlikleri sonrasında hesap makinelerinin matematik derslerinde problem çözmeye kullanmasına nasıl bakıyorsunuz?

Soru (12) Model oluşturma etkinlikleri problem çözme becerilerinize katkı sağladı mı? Sağladıysa nasıl bir katkısı oldu?

Soru (13) Model oluşturma etkinlikleri sırasında grupla problem çözme hakkında ne düşünüyorsunuz?

Soru (14) Model oluşturma etkinlikleri sırasında kendi rolünüzü nasıl görüyorsunuz?

Soru (15) Model oluşturma etkinliklerinde öğretmenin rolünü nasıl görüyorsunuz?

**T.C. ZİRAAT BANKASI  
BALIKESİR FEN LİSESİ  
MATEMATİKSEL  
MODELLEME EĞİTİMİ  
UYGULAMASI ÖĞRENCİ  
GÜNLÜĞÜ**

**ÖĞRENCİ  
SAYIN ÖĞRENCİNİN ADI**

**GÜNLÜK HAKKINDA BİLGİ:**

Değerli öğretmen adayı bu günlük sınıfınızda uygulanan matematiksel modelleme eğitimi uygulamasının sizler tarafından düzenli olarak her hafta yapılan etkinlik sonrasında değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Her etkinliğin bitişinde size 4 soru yöneltilerek bunlarla ilgili duygu ve düşüncelerinizi yazarak ifade etmeniz istenmektedir. Uygulamanın başarıyla devam edebilmesi için her etkinliğin sonunda günlükte size sorulan sorulara ayrıntılı cevaplar vermeniz gerekmektedir. Katılımınızdan, yaptığınız yardımlardan dolayı teşekkür ederim.

Arş.Gör.Mehmet Ali Kandemir  
OFMAE Matematik Eğitimi ABD.  
Balıkesir Üniversitesi

**Modelleme Etkinliğinin Adı:**

**Modelleme Etkinliğinin Uygulanış Zamanı:**

**Bugün yapılan etkinlik daha önce çözdüğünüz problemlere benziyor mu? Farklı olan yönlerini açıklar mısınız?  
(Lütfen düşüncelerinizi en az 4-5 cümleyle ifade ediniz.)**

**(a) Etkinliği çözme yönteminizi açıklar mısınız? Çözüm yöntemi daha önce çözdüğünüz problemlere benziyor mu?  
(b) Çözümde bilgisayar veya hesap makinesi kullandınız mı? Kullandıysanız veya kullanmadıysanız nedenini açıklar mısınız?  
(Lütfen düşüncelerinizi en az 4-5 cümleyle ifade ediniz.)**

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Etkinliğin grup çalışmasıyla yapılmasını nasıl değerlendiriyorsunuz?</b><br/><b>(Lütfen düşüncelerinizi en az 4-5 cümleyle ifade ediniz.)</b></p>  |  |
| <p><b>(a) Etkinlik matematikle ilgili düşüncelerinize ve problem çözme becerilerinize katkı sağladı mı? Cevabınızın nedenini lütfen açıklayınız.</b><br/><b>(b) Etkinlikte sizi zorlayan durumları açıklar mısınız?</b><br/><b>(Lütfen düşüncelerinizi en az 4-5 cümleyle ifade ediniz.)</b></p> |  |

## EK-İ MATEMATİKSEL MODELLEME ETKİNLİKLERİ

### Matematiksel Modelleme Problemleri (1.Etkinlik)

Tarih:  
Uygulama Sınıfı:

#### **Problem 1 (Nüfus Artışı Problemi)**

1 Ocak 1995'te, A şehrinin nüfusu 100 bindir ve A şehrinin nüfusu her yıl doğrusal olarak 3000 kişilik oranla artmaktadır. Aynı zamanda B şehrinin nüfusu 75 bindir ve B şehrinin nüfusu da doğal bir artış yoluyla her yıl yüzde 4 artmaktadır. A şehrinin doğrusal nüfus artışını ve B şehrinin doğal nüfus artışını göz önüne alarak hangi tarihte (gün,ay,yılla belirtilecek) bu iki şehrin nüfusları eşitlenir?

#### **Problem 2 ( Nüfus Artışı Problemi-2)**

Elmadağ şehrinin 1 Ocak 2000 de nüfusu 45325 dir. 1 Ocak 2005 tarihine gelindiğinde ise şehrin nüfusu 50785 olmuştur. Nüfustaki bu artış oranının korunduğu dikkate alındığında bu şehrin nüfusunun 1 Ocak 2010 da ne olacağını bulunuz. Ayrıca hangi yıl ve o yılın hangi ayında şehrin nüfusu 75 bine ulaşır?

#### **Problem 3 ( Suç Artışı Problemi)**

Aşağıdaki tablo 100 bin kişinin yaşadığı bir şehirdeki 24 yıllık bir süreçte işlenen suç sayısını göstermektedir.

| Yıllar     | 1960 | 1965 | 1970 | 1975 | 1980 | 1984 |
|------------|------|------|------|------|------|------|
| Suç Sayısı | 110  | 200  | 330  | 480  | 590  | 550  |

Güvenlik alarmı sistemleri satan üretici bir firma bu verileri kullanarak bir reklâm sloganı üretmiştir: “ Her 10 yılda suç oranı 2 veya 3 kat artmaktadır. Şimdi alarm sisteminizi alın!”

- Reklâm sloganının ilk cümlesi doğru mudur? Cevabınızı destekleyiniz.
- Üretici firma neden bu matematiksel durumu kullanmıştır?
- Matematik kötüye kullanılabilir mi?



**Matematiksel Modelleme Problemi**  
**(2.Etkinlik)**

**Tarih:**  
**Uygulama Sınıfı:**

**Okul Kantininin Oturma Şeklini Düzenleme Problemi**

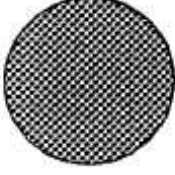
**Problem**

Okul yönetimi, okul kantinindeki masaların ve sandalyelerin hepsini yenileme kararı almıştır. Aşağıda bir ofis mobilyası katalogundan seçilen sandalyelerin ve masaların boyutlarının ve fiyatlarının listesi verilmiştir.

| Mobilya   | Fiyatı     |
|---|------------|
| 141 cm çaplı açılır kapanır yuvarlak masa               | 208.60 YTL |
| 85cm x 85cm boyutlu açılır kapanır kare masa            | 96 YTL     |
| 85 cm x 170 cm boyutlu açılır kapanır dikdörtgen masa   | 137.80 YTL |
| 127 cm x 226 cm boyutlu bank                            | 412 YTL    |
| Dört sandalye 45 cm eni x 72 cm yüksekliği x 47 cm boyu | 194 YTL    |

Sizin göreviniz, en az fiyata mümkün olduğunca çok sayıda masa ve sandalyeyi okul kantinine yerleştirmektir. Ayrıca bir diyagram çizmелisiniz veya açıkça masaları kantine nasıl yerleştireceğinize ilişkin açıklama yapmalısınız. Her grup veri setinin yazıldığı kâğıdı almalı ve rapor yazmalıdır. Yazdığı raporu da sınıfa sunmalıdır. Okul kantininin boyu 15 metre eni ise 10 metredir.

**Okul Kantininin Oturma Şekli Düzenleme Problemi**  
**Öğrenci Veri Seti Yaprağı**



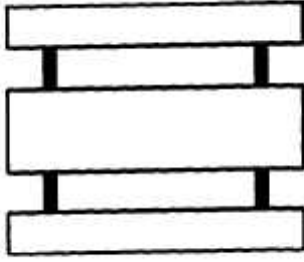
Çap \_\_\_\_\_  
Fiyatı \_\_\_\_\_



Boyutları \_\_\_\_\_  
Fiyatı \_\_\_\_\_



Boyutları \_\_\_\_\_  
Fiyatı \_\_\_\_\_



Boyutları \_\_\_\_\_  
Fiyatı \_\_\_\_\_



Boyutları \_\_\_\_\_  
Fiyatı \_\_\_\_\_

| Masa Türü | Masaların Sayısı | Sandalyelerin Sayısı | Oturabilecek Kişi Sayısı | Her bir öğrenciye düşen birim fiyat | Toplam Maliyet |
|-----------|------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------------------|----------------|
|           |                  |                      |                          |                                     |                |
|           |                  |                      |                          |                                     |                |
|           |                  |                      |                          |                                     |                |
|           |                  |                      |                          |                                     |                |
|           |                  |                      |                          |                                     |                |
|           |                  |                      |                          |                                     |                |

**Voleybol Problemi**  
**(3.Etkinlik)**

**Gazete Köşe Yazısı: Voleybol Şampiyonları**

Yıllar boyunca voleybol birçok okulda güz döneminin odak noktası olmuştur. Muncie Burris ve Mishawaka Liseleri sürekli en iyiler arasında olmuşlardır. Başarıları tesadüfi değildir. Büyük liderlik ve mükemmel koçluk onların başarılarını getirmiştir. Mishawaka Lisesi'nin koçu takımının başarısını çalışma ahlakına bağlamaktadır.

Her sabah takım ağırlık kaldırmaya gelir. Haftada bir gün, her bir okuldaki atletler ve koçlar, rakiplerin yeteneklerini izlemek ve tekniklerini görmek için filmlerini izlerler. Bunlara ilaveten, takımlar haftada 6 gün antrenman yaparlar.

Atletler çok çalışmanın yanı sıra, kendilerinin galibiyet serilerini devam ettirmek için güçlü yaklaşımları vardır. Kendilerine sorulduğunda, her bir okuldaki atletler kazanma geleneğinin canlı tutulmasına vurgu yapmaktadırlar. Muncie Burris Lisesi'nde Mariana Sailors:" Biz daha önce gelen kızlara borçlu olduğumuzu hissediyoruz ve onlar çok başarılıydılar ve onları hayal kırıklığına uğratmak istemiyoruz" demektedir.

Takımların kazanmaya devam etmesinde yardımcı olduğuna atletlerin ve koçların hemfikir oldukları nokta ise yaz voleybol kampıdır. Bu kamp her hafta Haziranın 2. ile 4. haftası Indiana, Hunnington'da yapılır. Hunnington Koleji ev sahipliği yapar ve profesyonel oyuncular getirilir.

Kampın sonunda, bir voleybol turnuvası yapılır. 16-18 yaşındaki Midvest'den liseli kızlar takım oluşturmak için başka biriyle eşleştirilir. Kampın organizatörleri aynı okulda kızları ayırmaya çalışırlar ki her takım için avantaj ortaya çıkmasın.

Geçmiş yıllarda, bazı takımlar diğerlerini kötü bir şekilde yendiler. Mariana Sailors geçen yıl kampa geldiğini ve bir maçta 15-3, 15-2 ve 15-6 yenildiklerini hatırlamaktadır ve çok kötü bir deneyim olduğunu söylemektedir: " Kampa 2 sebepten dolayı geldim; oyuncu olarak kendimi geliştirmek için ve diğer birey ve takımlarla rekabet etmek için." buradaki şu andaki sistemle rekabetten dolayı bozguna uğramak olağandır.

Turnuvadaki rekabetin azlığından dolayı, kampa ilgi azalmaktadır. Kamp oyunculara voleybol yetenekleri öğrenip geliştirmeleri şansını sunar fakat turnuva olması gerektiği kadar eğlenceli değildir. Turnuvada sürekli kazanan öğrenciler bile çıkmaktadır. Onlar da kolayca kazanmaktansa rekabetle karşılaşmayı tercih etmektedirler.

**Voleybol Vuruşları !** Voleybolda, vuruşlar aşağıdaki gibi sınıflandırılır.

**Öldürücü Vuruş:** Karşı takım topu çeviremez.

**Saha Dışı:** Vurucu servisi dışarıya atar ve karşı takım servisi alır.

**Döndürülen:** Karşı takım servisi geri çevirir.

**Geri dönmeyen plase:** Vurucu topu filenin hemen üstünden atar, karşı takım topu çeviremez.

**Geri dönen plase:** Vurucu topu filenin hemen üstünden atar, karşı takım topu çevirir.

**Net:** Vurucu topu filenin üstünden atmaya başaramaz.

### **Voleybol Hazırlık Soruları**

Köşe yazısını ve bir sonraki sayfadaki tabloyu inceleyerek aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1)Kampın karşılaştığı sorun nedir?

2) Hangi tür plase geri dönmeyen plase olarak sınıflandırılabilir?

3) Hangi tür plase öldürücü olarak sınıflandırılabilir?

4) Tablodaki listedeki oyuncular arasında en uzun boylusu kimdir?

5) Hangi oyuncu en yükseğe sıçrayabilir? En yüksek noktaya dokunabilen de aynı oyuncu mudur? Neden?

| Oyuncunun Adı | Oyuncunun Boy Uzunluğu | Yukarı doğru sıçrama yüksekliği | 40 metreyi koşu süresi | Servis Sonuçları (Kullanılan 10 servisin başarıyla sonuçlanma sayısı) | Vuruş Sonuçları ( 5 denemede)   |
|---------------|------------------------|---------------------------------|------------------------|---|---|
| Gertrude      | 182 cm                 | 47                              | 6.21                   | 8   | Geri Dönen Plase-Geri Dönmeyen Plase-Öldürücü Vuruş- Net- Döndürülen              |
| Beth          | 155 cm                 | 59                              | 5.98                   | 7   | Öldürücü Vuruş- Döndürülen- Saha Dışı-Geri Dönen Plase- Öldürücü Vuruş            |
| Jill          | 173,5 cm               | 56                              | 6.44                   | 8   | Saha Dışı- Döndürülen- Döndürülen-Öldürücü Vuruş- Net                             |
| Amy           | 173,5 cm               | 63.5                            | 6.01                   | 9   | Öldürücü Vuruş- Öldürücü Vuruş-Geri dönmeyen plase- Öldürücü vuruş-Döndürülen     |
| Ana           | 164 cm                 | 59                              | 6.95                   | 10  | Saha dışı, Net, Döndürülen, Döndürülen, Geri dönmeyen plase                       |
| Kate          | 169cm                  | 40                              | 7.12                   | 6   | Öldürücü Vuruş,Geri dönmeyen plase, Öldürücü vuruş, Döndürülen, Öldürücü vuruş    |
| Rhonda        | 157cm                  | 49                              | 6.34                   | 5   | Saha dışı, Öldürücü vuruş, net, net, geri dönmeyen plase                          |
| Christina     | 162cm                  | 54                              | 7.34                   | 8   | Net, öldürücü vuruş, öldürücü vuruş, öldürücü vuruş, geri dönmeyen plase          |
| Andrea        | 162cm                  | 56                              | 6.32                   | 9   | Net, Saha dışı, net, saha dışı, döndürülen  |
| Nikki         | 166.5 cm               | 44                              | 8.18                   | 10  | Geri dönmeyen plase, Öldürücü vuruş, öldürücü vuruş, Saha dışı, Döndürülen        |
| Kim           | 171cm                  | 54                              | 6.75                   | 7   | Geri dönmeyen plase, Öldürücü vuruş, Döndürülen, Saha dışı, öldürücü vuruş.       |
| Robin         | 169cm                  | 35                              | 5.87                   | 8   | Öldürücü vuruş, öldürücü vuruş, öldürücü vuruş, Geri dönmeyen plase, net          |
| Ermalinda     | 159cm                  | 49                              | 6.72                   | 8   | Öldürücü vuruş, Döndürülen, Saha dışı, Net, Geri dönen plase                      |
| Lori          | 166.5 cm               | 47                              | 6.88                   | 9   | Saha dışı, net, net, Öldürücü vuruş, Döndürülen                                   |
| Tina          | 152.5 cm               | 56                              | 6.27                   | 6   | Geri dönmeyen plase, Geri dönen plase, geri dönen plase, Öldürücü vuruş,saha dışı |
| Angie         | 173.5 cm               | 54                              | 6.54                   | 8   | Saha dışı, öldürücü vuruş, saha dışı, saha dışı, geri dönen plase                 |
| Ruth          | 157.5 cm               | 61                              | 7.01                   | 9   | Saha dışı, net, öldürücü vuruş, öldürücü vuruş, öldürücü vuruş, öldürücü vuruş    |
| Rebecca       | 201 cm                 | 42                              | 6.78                   | 10  | Net, saha dışı, öldürücü vuruş, geri dönen plase, öldürücü vuruş                  |

**Voleybol Vuruşları !** Voleybolda, vuruşlar aşağıdaki gibi sınıflandırılır.

**Öldürücü Vuruş:** Karşı takım topu çeviremez.

**Saha Dışı:** Vurucu servisi dışarıya atar ve karşı takım servisi alır.

**Döndürülen:** Karşı takım servisi geri çevirir.

**Geri dönmeyen plase:** Vurucu topu filenin hemen üstünden atar, karşı takım topu çeviremez.

**Geri dönen plase:** Vurucu topu filenin hemen üstünden atar, karşı takım topu çevirir.

**Net:** Vurucu topu filenin üstünden atmayı başaramaz.

## **Koçun Oyuncularla İlgili Yorumları**

Gertrude: Gertrude yavaş yavaş topa yaklaşıyor.

Beth: Kendi ayakları üzerinde duran, çevik.

Jill: Jill'in boyu her takım için bir avantajdır.

Amy: Muhteşem bir estetik sıçrayıcı, fakat bunu ne zaman kullanacağını bilmesi gerekiyor.

Ana: Başarısız takımlardan gelmiştir.

Kate: Servislerden sonra topu almak için büyük çabukluğa sahip.

Rhanda: Takım iyi oynarsa, Rhanda da en iyi şekilde oynar.

Christina: Aile hayatı onun iyi oynama yeteneğini olumsuz etkilemiştir.

Andrea: Yaşına göre fazlasıyla güçlü.

Wikki: Bir çok işi iyi yapar, özellikle iyi servis atar.

Kim: Çok iyi bir blokçu.

Robin: Okulda şu ana kadar sahip olduğumuz en dayanıklı oyuncu.

Ermalinda: Diğerlerinin yanında olmak istediği biri, çünkü kazanmak için bir yol bulur.

Lori: Lori her zaman topu fileden geçiremeyebilir.

Tina: Gördüğümüz en sıkı oyuncularından.

Angie: Babası bir okulda koçluk yapmaktadır.

Roth: Kız kardeşi Alabama üniversitesinde iyi bir voleybol oyuncusudur.

Rebecca : Ona koçluk yapmak kolaydır.

## **Voleybol Problemi:**

**Bilgi:** Voleybol yaz kampının organizatörleri kampta daha fazla rekabet istemektedirler. Dolayısıyla kampçıları adil bir şekilde bölmek için bir yola ihtiyaçları vardır. Denemelerden ve koçlardan oyuncularla ilgili bilgi toplanmıştır. Bu bilgiler 3 eşit yeteneğe sahip takım oluşturulmasında kullanılmalıdır.

**Problem:** Organizatörlerin 3 eşit takıma bölmek için size ihtiyaçları vardır. Bunun yanı sıra, bu 3 eşit takımın nasıl yaptığını anlatan bir mektup yazmanız gerekmektedir. Gelecekte büyük sayıları eşit takımlara bölmek için sizin yönteminizi kullanacaklardır. Yani, kullandığınız yöntemin kalabalık sayıda oyuncu için de kullanılabileceğinden emin olmanız gerekir.

**Matematiksel Modelleme Problemleri**  
**(4.Etkinlik)**

**Tarih:**  
**Uygulama Sınıfı:**

**1) İsveç'in Nüfus Artışı Problemi**

Aşağıdaki tabloda yıllara göre İsveç'in nüfusu verilmiştir. Bu verilerden yararlanarak İsveç'in nüfusunu modelleyiniz ve 2000 , 2010 yıllarına ait nüfusunu bulunuz.

| Yıl   | 1750    | 1800    | 1850    | 1900    | 1950    | 1990    | Nüfus Modeli | 2000 yılı Nüfus | 2010 Yılı Nüfus |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------|-----------------|-----------------|
| Nüfus | 1780000 | 2350000 | 3480000 | 5140000 | 7040000 | 8590000 |              |                 |                 |

**2) Ars (kemer) Problemi**

İstanbul'da Bahçeli evlere bir arş yapılması düşünülmektedir. Bu arşa ait veriler aşağıdaki tabloda verilmiştir. Bu verilerden yararlanarak arşa ait modeli belirleyiniz ve arşın en yüksek noktasını bulunuz. Arşın yatay uzaklığını hesaplayınız.

| x     | y     |
|-------|-------|
| -92.5 | 0.0   |
| -77.5 | 76.3  |
| -62.5 | 128.1 |
| -47.5 | 159.2 |
| -32.5 | 177.3 |
| -17.5 | 186.9 |
| -2.5  | 190.4 |
| 2.5   | 190.4 |
| 17.5  | 186.9 |
| 32.5  | 177.3 |
| 47.5  | 159.2 |
| 62.5  | 128.1 |
| 77.5  | 76.3  |
| 92.5  | 0.0   |

**Matematiksel Modelleme Problemleri**  
**(5.Etkinlik)**

**Tarih:**

**Uygulama Sınıfı:**

**Motor Parçası Problemi**

Bir motorlu taşıt üreticisi düzenli olarak motor parçaları satın aldığı firmadaki grev yüzünden bazı motor parçalarına ihtiyaç duyar. Firma yetkilileri çeşitli küçük mühendislik firmalarına giderek ihtiyaçları olan malzemeler konusunda ihtiyaçlarını kapatmak için kendilerine bu parçaları satıp satamayacaklarını sorarlar. Kendinizi bu firmaların birinin satış müdürü olarak düşünün. İmalatçı olan firma parçaların tanımını yapar ve belli bir tarihe kadar parça başına 3 lira ödeyebileceğini söyler. Fiyatını ve tanımını yaptıktan sonra pazarlığı kabul edip etmeyeceğinizi ve kabul ederseniz kaç parça üretebileceğinizi sorar. Siz iş için gerekli ekipmanı kurmanın şirketinize 7500 mal olacağını ve montaj ücretine ek olarak parça başına 2.4 lira maliyetle en fazla 13000 parça üretebileceğinizi biliyorsunuz. Bu durumda teklifi kabul eder miydiniz? Eğer kabul etseniz kaç parça satmayı kabul ederdiniz? Eğer kabul etmezseniz motor imalatçısı firmaya nasıl bir fiyat önerirdiniz? Ayrıca bu fiyata kaç parça üretmeyi teklif ederdiniz?



## Matematiksel Modelleme Problemi (6.Etkinlik)

**Tarih:**

**Uygulama Sınıfı:**

Aşağıdaki tablolarda 200 metrede olimpiyatlarda yıllara göre bayanlarda ve erkeklerde elde edilen sonuçlar verilmiştir.

### 1) Olimpiyat Oyunları Problemi

| Bayanlarda 200 metredeki altın madalyalar |                          |                          |
|---|--------------------------|--------------------------|
| Yıllar                                    | Kişi Adı, Ülkesi         | Rekor zamanları (Saniye) |
| 1988                                      | F.Griifith-Joyner,ABD    | 21.34                    |
| 1984                                      | V.Brisco-Hooks,ABD       | 21.81                    |
| 1980                                      | B.Wockel,Almanya         | 22.03                    |
| 1976                                      | B.Eckert,Almanya         | 22.37                    |
| 1972                                      | R.Stecher,Almanya        | 22.40                    |
| 1968                                      | I.Szewinska,Polanya      | 22.5                     |
| 1964                                      | E.McGuire,ABD            | 23                       |
| 1960                                      | W.Rudolph,ABD            | 24                       |
| 1956                                      | B.Cuthbert, Avustralya   | 23.4                     |
| 1952                                      | M.Jackson,Avustralya     | 23.7                     |
| 1948                                      | F.Blankers-Koen,Hollanda | 24.4                     |

| Erkeklerde 200 metredeki altın madalyalar |                   |                          |
|---|-------------------|--------------------------|
| Yıllar                                    | Kişi Adı, Ülkesi  | Rekor Zamanları (Saniye) |
| 1988                                      | J.DeLoach,ABD     | 19.75                    |
| 1984                                      | C.Lewis,ABD       | 19.80                    |
| 1980                                      | P.Minnea,İtalya   | 20.19                    |
| 1976                                      | D.Quarrie,Jamaika | 20.23                    |
| 1972                                      | V.Borzov,SSCB     | 20                       |
| 1968                                      | T.Smith,ABD       | 19.83                    |
| 1964                                      | H.Carr,ABD        | 20.3                     |
| 1960                                      | L.Berruti,İtalya  | 20.5                     |
| 1956                                      | B.Marrow,ABD      | 20.6                     |
| 1952                                      | A.Stanfield,ABD   | 20.7                     |
| 1948                                      | M.Patton,ABD      | 21.1                     |
| 1936                                      | J.Owens,ABD       | 20.7                     |
| 1932                                      | E.Tolan,ABD       | 21.1                     |
| 1928                                      | P.Williams,ABD    | 21.8                     |
| 1924                                      | J.Scholtz,ABD     | 21.6                     |
| 1920                                      | A.Woodring,ABD    | 22                       |
| 1912                                      | R.Craig,ABD       | 21.7                     |
| 1908                                      | R.Kerr,Kanada     | 22.6                     |
| 1904                                      | A.Hahn,ABD        | 21.6                     |
| 1900                                      | W.Tewksbury       | 22.2                     |

- Bayan atletlerin erkek atletleri zaman olarak geride bırakabileceklerini düşünüyor musunuz? 100 yıl ve 200 yıl içinde bayan ve erkek atletlerin ne kadar hızlı koşabileceklerini düşünüyorsunuz?
- Gelecekteki olimpiyat oyunlarında bayan ve erkek atletlerin hızlarını karşılaştırmaya ve tahmin etmeye izin verecek bir matematiksel model yapılandırabilir misiniz?

## 2) Uzun atlama problemi

Aşağıdaki tabloda yıllara göre olimpiyatlarda erkeklerde ve bayanlardaki uzun atlama sonuçları verilmiştir.

| Yıllar | Erkeklerde (metre) | Bayanlarda(metre) |
|--------|--------------------|-------------------|
| 1948   | 7.71               | 5.61              |
| 1956   | 7.71               | 6.24              |
| 1964   | 7.95               | 6.66              |
| 1972   | 8.25               | 6.69              |
| 1980   | 8.49               | 6.96              |
| 1988   | 8.58               | 7.29              |

Bayan atletlerin erkek atletlerden daha uzun atlayabileceklerini düşünüyor musunuz? 100 yıl veya 200 yıl içindeki bir zaman diliminde erkek ve bayan atletlerin atlayabilecekleri uzunluk ne kadar olabilir?

**Matematiksel Modelleme Problemleri**  
**(7.Etkinlik)**

**Tarih:**

**Uygulama Sınıfı:**

**Amfideki Hava Problemi**

170 metreklük bir amfinin içindeki hava havalandırma sayesinde her saat içindeki havanın %2 si oranında temizlenmektedir. Temiz hava birim metrekte yaklaşık % 0.03 karbondioksit içerir. İnsanların amfide oturmaları sonucunda amfinin havasında karbondioksit miktarı artacaktır. İnsanların amfide rahat oturmaları için birim metrekte karbondioksit miktarı en fazla %0.1 olmalıdır. Bir insan saniyede yaklaşık olarak  $4.7 \times 10^{-6}$  metreklük karbondioksit üretmektedir. Bu amfide kaç insan rahat bir şekilde oturabilir?

**Matematiksel Modelleme Problemi**  
**(8.Etkinlik)**

**Tarih:**  
**Uygulama Sınıfı:**

**Kum Saati Problemi**

Aşağıdaki kum saati çapları yüksekliklerine eşit olan iki özdeş simetrik koniden oluşmaktadır. Dar bir delik bu iki koniyi bağlamaktadır ve renkli bir sıvı bu delikten aşağıya akmaktadır. Kum saati ters çevrildiğinde sıvının tamamen akması 7,5 dakika sürmektedir. Akış hızı saniyede 0.5 santimetre küp/saniyedir. Akış hızı sabittir ve deliğin genişliği önemsizdir.



Kum saatinde bir ölçü koymak için aşağıdaki ölçümler alttaki koni için şöyle kaydedilmiştir.

| Hacim (Santimetre küp) | Sıvının Yüksekliği (santimetre) |
|------------------------|---------------------------------|
| 25                     | 0.23                            |
| 50                     | 0.48                            |
| 75                     | 0.76                            |
| 100                    | 1.06                            |
| 150                    | 1.82                            |
| 200                    | 3.08                            |








Kum saatinin her iki konisinden de saatin okunabilmesi için hem alt hem de üst koninin nasıl işaretlenmesi gerektiğini kısaca anlatınız.

### EK-J Matematik Tutum Ölçeğinin Madde Ayırt Ediciliği

| Maddeler | Gruplar  | N  | $\bar{X}$ | SS    | Levene Testi |      | Sd  | t       | p    |
|----------|----------|----|-----------|-------|--------------|------|-----|---------|------|
|          |          |    |           |       | F            | Sig  |     |         |      |
| Madde 1  | Alt Grup | 92 | 2.21      | 1.077 | 363.68       | .000 | 182 | -24.770 | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 2  | Alt Grup | 92 | 1.52      | 0.502 | 164.44       | .000 | 182 | -55.485 | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 4.90      | 0.298 |              |      |     |         |      |
| Madde 4  | Alt Grup | 92 | 2.01      | 0.831 | 204.00       | .000 | 182 | -34.461 | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 5  | Alt Grup | 92 | 1.98      | 0.870 | 280.92       | .000 | 182 | -33.168 | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 6  | Alt Grup | 92 | 1.68      | 0.661 | 318.92       | .000 | 182 | -48.047 | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 7  | Alt Grup | 92 | 2.03      | 0.762 | 138.21       | .000 | 182 | -37.330 | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 8  | Alt Grup | 92 | 1.78      | 0.551 | 21.68        | .000 | 182 | -45.176 | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 4.85      | 0.350 |              |      |     |         |      |
| Madde 9  | Alt Grup | 92 | 2.05      | 0.775 | 161.35       | .000 | 182 | -36.43  | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 10 | Alt Grup | 92 | 2.07      | 0.879 | 366.46       | .000 | 182 | -31.870 | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 11 | Alt Grup | 92 | 1.45      | 0.499 | 7611.2       | .000 | 182 | -68.217 | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 12 | Alt Grup | 92 | 1.16      | 0.371 | 62.489       | .000 | 182 | -52.770 | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 4.57      | 0.496 |              |      |     |         |      |
| Madde 13 | Alt Grup | 92 | 2.18      | 1.047 | 264.50       | .000 | 182 | -25.777 | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 14 | Alt Grup | 92 | 1.72      | 0.771 | 335.74       | .000 | 182 | -40.660 | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 15 | Alt Grup | 92 | 1.89      | 0.776 | 197.86       | .000 | 182 | -35.384 | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 16 | Alt Grup | 92 | 1.55      | 0.499 | 33.288       | .000 | 182 | -47.179 | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 4.77      | 0.422 |              |      |     |         |      |
| Madde 17 | Alt Grup | 92 | 1.53      | 0.501 | 4.384        | .000 | 182 | -42.300 | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 4.61      | 0.488 |              |      |     |         |      |
| Madde 18 | Alt Grup | 92 | 1.48      | 0.502 | 192465       | .000 | 182 | -68.999 | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |

| Maddeler | Gruplar  | N  | $\bar{X}$ | SS    | Levene Testi |      | Sd  | t       | p    |
|----------|----------|----|-----------|-------|--------------|------|-----|---------|------|
|          |          |    |           |       | F            | Sig  |     |         |      |
| Madde 19 | Alt Grup | 92 | 1.73      | 0.693 | 43.032       | .000 | 182 | -37.086 | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 4.81      | 0.390 |              |      |     |         |      |
| Madde 20 | Alt Grup | 92 | 1.98      | 0.977 | 420.29       | .000 | 182 | -29.538 | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 21 | Alt Grup | 92 | 1.73      | 0.708 | 127.48       | .000 | 182 | -40.805 | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 4.93      | 0.248 |              |      |     |         |      |
| Madde 22 | Alt Grup | 92 | 1.70      | 0.703 | 305.28       | .000 | 182 | -44.884 | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 23 | Alt Grup | 92 | 1.53      | 0.501 | 1819.7       | .000 | 182 | -64.704 | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 4.99      | 0.104 |              |      |     |         |      |
| Madde 25 | Alt Grup | 92 | 1.85      | 0.769 | 223.53       | .000 | 182 | -39.296 | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 26 | Alt Grup | 92 | 1.66      | 0.616 | 361.21       | .000 | 182 | -51.941 | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 27 | Alt Grup | 92 | 1.48      | 0.502 | 345.98       | .000 | 182 | -60.297 | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 4.95      | 0.227 |              |      |     |         |      |
| Madde 28 | Alt Grup | 92 | 2.07      | 1.242 | 38.659       | .000 | 182 | -18.752 | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 4.67      | 0.471 |              |      |     |         |      |
| Madde 29 | Alt Grup | 92 | 2.02      | 0.784 | 151.89       | .000 | 182 | -36.429 | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 30 | Alt Grup | 92 | 2.02      | 0.994 | 188.28       | .000 | 182 | -28.732 | .000 |
|          | Üst Grup | 92 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |

## EK-K Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeği Kullanımı İzin Belgesi

 Mesaj Listesi  Sil  Gözetim  İlet  Cevap Yaz  Tümüne Cevap Yaz  Gözetim

**Konu:** RE: matematik kaygı ölçeği  
**Gönderen:** "Mustafa Baloglu, PhD" <baloglu@hotmail.com>  
**Tarih:** 8 Eylül 2008, Pazartesi, 1:57 pm  
**Alıcı:** kandemir@balikesir.edu.tr  
**Öncelik:** Normal

**Seçenekler:** Tüm Başlıkları Göster | Yazdırılabilir Şekilde Göster | Mesaj Ayrıntılarını Göster | HTML olarak göster

Sevgili M. Ali,  
MARS la ilgili form ve ölçek etke. Yardımcı olabileceğim bir konu olursa sevinirim.  
başarılar,  
Mustafa

-----  
Mustafa Baloglu, Ph.D.  
Associate Professor Department of Education Winston Salem State University 241A  
Anderson Center 601 Martin L. King Jr. Drive Winston Salem, NC 27110 Phone: 336 750  
2553 Fax: 336 750 2892 baloglu@hotmail.com or baloglumu@wssu.edu

-----  
> Date: Fri, 5 Sep 2008 14:33:27 +0300> Subject: matematik kaygı ölçeği > From:  
kandemir@balikesir.edu.tr> To: baloglu@hotmail.com; baloglu@gop.edu.tr> > >  
Merhaba hocam,> > İyi olmanız dilekleriyle. Daha önce sizden "matematiğe karşı  
kaygı ölçeği" ni istemiştik,siz bize form göndermişsiniz. Daha sonra o  
çalışmadan vazgeçtiğimiz için formu doldurmadık. Şimdi ölçeği tezimde> kullanmak  
istiyorum.Kullanmak için bize izin verir misiniz? Formu tekrar> yollayabilir  
misiniz?> > Çok teşekkür ederim,iyi çalışmalar.> > Saygılarımla.> > Arş.Gör.  
Mehmet Ali Kandemir> OFMAE Matematik Eğitimi Bölümü> Balıkesir Üniversitesi> > >  
--> This message has been scanned for viruses and> dangerous content by  
MailScanner, and is> believed to be clean.>

-----  
Want to do more with Windows Live? Learn "10 hidden secrets" from Jamie.  
[http://windowslive.com/connect/post/jamiethomson.spaces.live.com-Blog-cns!550F681DAD532637!5295.entry?ocid=TXT\\_TAGLM\\_WL\\_domore\\_092008](http://windowslive.com/connect/post/jamiethomson.spaces.live.com-Blog-cns!550F681DAD532637!5295.entry?ocid=TXT_TAGLM_WL_domore_092008)  
--  
This message has been scanned for viruses and  
dangerous content by MailScanner, and is  
believed to be clean.

Bunu dosya olarak indir

**Eklentiler:**

|  |       |                     |                 |
|--|-------|---------------------|-----------------|
| untitled-[1.2]   | 2.2 k | [ text/html ]       | Download   View |
| mars permission.pdf                                      | 219 k | [ application/pdf ] | Download        |
| Matematik Kaygisini Derecelendirme Olcegi final form.pdf | 462 k | [ application/pdf ] | Download        |

GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM FAKÜLTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ BÖLÜMÜ

MATEMATİK KAYGISINI DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ'Nİ KULLANMA  
ŞARTLARI

TARİH .....10.09./2008

KULLANIM DÖNEMİ 2008-2009 (pib+)  
2009-2010 (calisma)  
akademik yili

ÖĞRENCİ BİLGİLERİ

Adı ve Soyadı  
Melihmet Ali Kardemir

Universitesi/Fakültesi :  
Balıkesir / NEF

Adresi

Sarı Cam. Balıkesir

e-mail :

kardemir@balikesir.edu.tr

İmza

M. Gür

(Doktora öğrencisi)  
TEZİN BAŞLIĞI

Anabilim Dalı :  
OFMA MAT

Ortaöğretim Öğrencilerinin Matematiksel Modellerine

DANIŞMAN BİLGİLERİ

Kişisel Bilgiler

İletişim Bilgileri

İmza

Adı Soyadı : Nülya Gür  
Unvanı : Yrd. Doç. Dr.  
Ünvan/Fakülte/Bölüm :  
Balıkesir Üniversitesi  
Necatibey Eğitim Fak.  
OFMA Matematik Blm.  
ÖLÇEĞİ KULLANIM AMACI (kısaca belirtiniz)

Adres : Balıkesir Üni. NEF  
OFMA Mat. A.B.D. Başkan,  
10100 Balıkesir  
Tef : 0535220590  
E-mail : ngur@balikesir.edu.tr

M. Gür

Modelleme etkinlikleri öncesi ve sonrasında Matematik Kaygı Ölçeği'ni kullanarak yaptığımız eğitim sürecinde öğrencilerdeki kaygı düzeyini belirlemek.

KULLANIM ŞARTLARI

Orijinal adı Mathematics Anxiety Rating Scale (MARS) olan Richardson ve Suinn tarafından 1972 yılında geliştirilen ve Türkçe tercümesi, geçerlik ve güvenirlik çalışmaları Doç. Dr. Mustafa BALOĞLU tarafından yapılan Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeği ni sadece yukarıda belirtilen amaç için kullanacağımı beyan ederim.

Adres:

Doç. Dr. Mustafa BALOĞLU, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Bölümü, TOKAT



**EK -L Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeğinin Madde Ayırt Ediciliği**

| Maddeler | Gruplar  | N   | $\bar{X}$ | SS    | Levene Testi |      | Sd  | t       | p    |
|----------|----------|-----|-----------|-------|--------------|------|-----|---------|------|
|          |          |     |           |       | F            | Sig  |     |         |      |
| Madde 1  | Alt Grup | 135 | 2.30      | 0.922 | 295.42       | .000 | 268 | -34.036 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 5  | Alt Grup | 135 | 3.10      | 1.05  | 464.26       | .000 | 268 | -20.864 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 5.00      | 0.00  |              |      |     |         |      |
| Madde 6  | Alt Grup | 135 | 3.25      | 1.04  | 374.47       | .000 | 268 | -19.364 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 5.00      | 0.00  |              |      |     |         |      |
| Madde 7  | Alt Grup | 135 | 1.82      | 0.54  | 187.17       | .000 | 268 | -67.806 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 5.00      | 0.00  |              |      |     |         |      |
| Madde 10 | Alt Grup | 135 | 1.99      | 0.701 | 136.12       | .000 | 268 | -49.924 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 12 | Alt Grup | 135 | 2.51      | 0.896 | 395.77       | .000 | 268 | -32.16  | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 14 | Alt Grup | 135 | 2.15      | .809  | 413.45       | .000 | 268 | -40.845 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 5.00      | .000  |              |      |     |         |      |
| Madde 15 | Alt Grup | 135 | 2.07      | 0.729 | 200.37       | .000 | 268 | -46.619 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 18 | Alt Grup | 135 | 1.31      | 0.464 | 2.57         | .000 | 268 | -61.878 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 4.73      | 0.443 |              |      |     |         |      |
| Madde 20 | Alt Grup | 135 | 2.10      | 0.765 | 271.33       | .000 | 268 | -43.954 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 21 | Alt Grup | 135 | 2.78      | 1.05  | 327.38       | .000 | 268 | -24.429 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 5.00      | 0.00  |              |      |     |         |      |
| Madde 22 | Alt Grup | 135 | 2.52      | 0.79  | 388.70       | .000 | 268 | -36.381 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 5.00      | 0.00  |              |      |     |         |      |
| Madde 23 | Alt Grup | 135 | 2.27      | 0.856 | 478.29       | .000 | 268 | -37.061 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 24 | Alt Grup | 135 | 1.71      | 0.543 | 426.54       | .000 | 268 | -70.318 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 25 | Alt Grup | 135 | 1.45      | 0.49  | 14316        | .000 | 268 | -82.529 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 5.00      | 0.00  |              |      |     |         |      |
| Madde 26 | Alt Grup | 135 | 1.18      | 0.389 | 79.073       | .000 | 268 | -61.681 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 4.55      | 0.499 |              |      |     |         |      |
| Madde 29 | Alt Grup | 135 | 1.27      | 0.447 | 8.28         | .000 | 268 | -68.125 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 4.80      | 0.401 |              |      |     |         |      |

| Maddeler | Gruplar  | N   | $\bar{X}$ | SS    | Levene Testi |      | Sd  | t       | p    |
|----------|----------|-----|-----------|-------|--------------|------|-----|---------|------|
|          |          |     |           |       | F            | Sig  |     |         |      |
| Madde 30 | Alt Grup | 135 | 2.37      | 0.871 | 423.21       | .000 | 268 | -34.967 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 32 | Alt Grup | 135 | 2.16      | 0.821 | 454.7        | .000 | 268 | -40.13  | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 33 | Alt Grup | 135 | 1.72      | 0.552 | 381.02       | .000 | 268 | -68.891 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 34 | Alt Grup | 135 | 2.83      | 1.008 | 239.10       | .000 | 268 | -68.891 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 35 | Alt Grup | 135 | 2.88      | 1.07  | 253.31       | .000 | 268 | -22.782 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 5.00      | 0.00  |              |      |     |         |      |
| Madde 37 | Alt Grup | 135 | 1.58      | 0.494 | 226.94       | .000 | 268 | -67.666 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 4.91      | 0.285 |              |      |     |         |      |
| Madde 38 | Alt Grup | 135 | 1.02      | 0.170 | 426.38       | .000 | 268 | -83.468 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 4.65      | 0.475 |              |      |     |         |      |
| Madde 39 | Alt Grup | 135 | 2.08      | 0.805 | 323.85       | .000 | 268 | -41.994 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 40 | Alt Grup | 135 | 1.01      | 0.121 | 518.96       | .000 | 268 | -88.186 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 4.68      | 0.467 |              |      |     |         |      |
| Madde 42 | Alt Grup | 135 | 2.20      | 0.763 | 394.62       | .000 | 268 | -42.476 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 43 | Alt Grup | 135 | 1.71      | 0.501 | 65.593       | .000 | 268 | -61.652 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 4.88      | 0.324 |              |      |     |         |      |
| Madde 45 | Alt Grup | 135 | 1.31      | 0.464 | 18.141       | .000 | 268 | -53.489 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 4.45      | 0.499 |              |      |     |         |      |
| Madde 46 | Alt Grup | 135 | 1.41      | 0.494 | 203.79       | .000 | 268 | -70.329 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 4.90      | 0.296 |              |      |     |         |      |
| Madde 48 | Alt Grup | 135 | 1.54      | 0.499 | 330.19       | .000 | 268 | -69.527 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 4.92      | 0.262 |              |      |     |         |      |
| Madde 49 | Alt Grup | 135 | 2.31      | 0.737 | 503.16       | .000 | 268 | -42.348 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 50 | Alt Grup | 135 | 1.31      | 0.467 | 1.637        | .000 | 268 | -57.637 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 4.64      | 0.480 |              |      |     |         |      |
| Madde 52 | Alt Grup | 135 | 2.33      | 0.733 | 525.15       | .000 | 268 | -42.269 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |

| Maddeler | Gruplar  | N   | $\bar{X}$ | SS    | Levene Testi |      | Sd  | t       | p    |
|----------|----------|-----|-----------|-------|--------------|------|-----|---------|------|
|          |          |     |           |       | F            | Sig  |     |         |      |
| Madde 53 | Alt Grup | 135 | 2.09      | 0.771 | 272.40       | .000 | 268 | -43.733 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 55 | Alt Grup | 135 | 2.14      | 0.768 | 324.21       | .000 | 268 | -43.145 | .000 |
|          | Üst Grup | 135 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |

**EK-M Bilgisayar ve Bilgisayar Kullanımına Yönelik Tutumlar Ölçeğinin Madde Ayırt Ediciliği**

| Maddeler | Gruplar  | N   | $\bar{X}$ | SS    | Levene Testi |      | Sd  | t       | p    |
|----------|----------|-----|-----------|-------|--------------|------|-----|---------|------|
|          |          |     |           |       | F            | Sig  |     |         |      |
| Madde 1  | Alt Grup | 100 | 3.05      | 1.02  | 173.89       | .000 | 198 | -18.957 | .000 |
|          | Üst Grup | 100 | 5.00      | 0.00  |              |      |     |         |      |
| Madde 2  | Alt Grup | 100 | 2.52      | 0.810 | 295.65       | .000 | 198 | -30.616 | .000 |
|          | Üst Grup | 100 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 3  | Alt Grup | 100 | 2.64      | 0.822 | 234.08       | .000 | 198 | -28.679 | .000 |
|          | Üst Grup | 100 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 4  | Alt Grup | 100 | 3.06      | 0.919 | 135.87       | .000 | 198 | -21.106 | .000 |
|          | Üst Grup | 100 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 6  | Alt Grup | 100 | 2.19      | 0.614 | 26.390       | .000 | 198 | -37.377 | .000 |
|          | Üst Grup | 100 | 4.85      | 0.358 |              |      |     |         |      |
| Madde 7  | Alt Grup | 100 | 1.69      | 0.464 | 0.857        | .000 | 198 | -46.771 | .000 |
|          | Üst Grup | 100 | 4.72      | 0.451 |              |      |     |         |      |
| Madde 10 | Alt Grup | 100 | 1.66      | 0.476 | 10.119       | .000 | 198 | -41.499 | .000 |
|          | Üst Grup | 100 | 4.53      | 0.501 |              |      |     |         |      |
| Madde 11 | Alt Grup | 100 | 2.51      | 0.810 | 209.88       | .000 | 198 | -30.732 | .000 |
|          | Üst Grup | 100 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 12 | Alt Grup | 100 | 3.26      | 0.836 | 176.46       | .000 | 198 | -20.806 | .000 |
|          | Üst Grup | 100 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 13 | Alt Grup | 100 | 3.08      | 0.906 | 197.23       | .000 | 198 | -21.179 | .000 |
|          | Üst Grup | 100 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 14 | Alt Grup | 100 | 2.66      | 0.589 | 226.67       | .000 | 198 | -39.674 | .000 |
|          | Üst Grup | 100 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 20 | Alt Grup | 100 | 3.09      | 0.943 | 131.92       | .000 | 198 | -20.237 | .000 |
|          | Üst Grup | 100 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 24 | Alt Grup | 100 | 3.02      | 0.994 | 129.25       | .000 | 198 | -19.905 | .000 |
|          | Üst Grup | 100 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 25 | Alt Grup | 100 | 2.48      | 0.658 | 444.94       | .000 | 198 | -38.255 | .000 |
|          | Üst Grup | 100 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 26 | Alt Grup | 100 | 3.01      | 1.01  | 215.06       | .000 | 198 | -19.703 | .000 |
|          | Üst Grup | 100 | 5.00      | 0.00  |              |      |     |         |      |
| Madde 27 | Alt Grup | 100 | 1.82      | 0.386 | 16.394       | .000 | 198 | -47.919 | .000 |
|          | Üst Grup | 100 | 4.70      | 0.460 |              |      |     |         |      |
| Madde 29 | Alt Grup | 100 | 3.28      | 0.995 | 314.34       | .000 | 198 | -17.273 | .000 |
|          | Üst Grup | 100 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |

| Maddeler | Gruplar  | N   | $\bar{X}$ | SS    | Levene Testi |      | Sd  | t       | p    |
|----------|----------|-----|-----------|-------|--------------|------|-----|---------|------|
|          |          |     |           |       | F            | Sig  |     |         |      |
| Madde 31 | Alt Grup | 100 | 2.55      | 0.641 | 370.03       | .000 | 198 | -38.187 | .000 |
|          | Üst Grup | 100 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 33 | Alt Grup | 100 | 2.62      | 0.564 | 107.25       | .000 | 198 | -36.683 | .000 |
|          | Üst Grup | 100 | 4.92      | 0.272 |              |      |     |         |      |
| Madde 35 | Alt Grup | 100 | 2.18      | 0.657 | 5.088        | .000 | 198 | -31.181 | .000 |
|          | Üst Grup | 100 | 4.69      | 0.464 |              |      |     |         |      |
| Madde 36 | Alt Grup | 100 | 2.22      | 0.704 | 21.467       | .000 | 198 | -30.094 | .000 |
|          | Üst Grup | 100 | 4.73      | 0.446 |              |      |     |         |      |
| Madde 37 | Alt Grup | 100 | 2.98      | 0.994 | 196.64       | .000 | 198 | -20.307 | .000 |
|          | Üst Grup | 100 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 39 | Alt Grup | 100 | 2.17      | 0.739 | 227.92       | .000 | 198 | -38.279 | .000 |
|          | Üst Grup | 100 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 40 | Alt Grup | 100 | 2.73      | 0.885 | 166.38       | .000 | 198 | -25.622 | .000 |
|          | Üst Grup | 100 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |

**EK-N Problem Çözmede Hesap Makinesinin Kullanımı Ölçeğinin Madde Ayırt Ediciliği**

| Maddeler | Gruplar  | N   | $\bar{X}$ | SS    | Levene Testi |      | Sd  | t       | p    |
|----------|----------|-----|-----------|-------|--------------|------|-----|---------|------|
|          |          |     |           |       | F            | Sig  |     |         |      |
| Madde 1  | Alt Grup | 124 | 1.00      | 0.000 | 633.49       | .000 | 246 | -89.723 | .000 |
|          | Üst Grup | 124 | 4.70      | 0.459 |              |      |     |         |      |
| Madde 2  | Alt Grup | 124 | 2.10      | 0.806 | 311.63       | .000 | 246 | -40.066 | .000 |
|          | Üst Grup | 124 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 4  | Alt Grup | 124 | 1.00      | 0.000 | 1375.7       | .000 | 246 | -70.291 | .000 |
|          | Üst Grup | 124 | 4.44      | 0.545 |              |      |     |         |      |
| Madde 5  | Alt Grup | 124 | 1.00      | 0.000 | 29427        | .000 | 246 | -77.079 | .000 |
|          | Üst Grup | 124 | 4.46      | 0.560 |              |      |     |         |      |
| Madde 7  | Alt Grup | 124 | 2.03      | 0.805 | 246.61       | .000 | 246 | -41.010 | .000 |
|          | Üst Grup | 124 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 8  | Alt Grup | 124 | 2.12      | 0.812 | 344.96       | .000 | 246 | -39.461 | .000 |
|          | Üst Grup | 124 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 9  | Alt Grup | 124 | 1.00      | 0.000 | 225.53       | .000 | 246 | -42.087 | .000 |
|          | Üst Grup | 124 | 3.94      | 0.778 |              |      |     |         |      |
| Madde 10 | Alt Grup | 124 | 1.00      | 0.000 | 239.28       | .000 | 246 | -50.767 | .000 |
|          | Üst Grup | 124 | 4.16      | 0.695 |              |      |     |         |      |
| Madde 12 | Alt Grup | 124 | 1.85      | 0.761 | 285.25       | .000 | 246 | -45.972 | .000 |
|          | Üst Grup | 124 | 5.00      | 0.000 |              |      |     |         |      |
| Madde 13 | Alt Grup | 124 | 1.48      | 0.501 | 79.765       | .000 | 246 | -58.345 | .000 |
|          | Üst Grup | 124 | 4.81      | 0.390 |              |      |     |         |      |
| Madde 14 | Alt Grup | 124 | 1.00      | 0.000 | 2674.7       | .000 | 246 | -77.020 | .000 |
|          | Üst Grup | 124 | 4.39      | 0.490 |              |      |     |         |      |

**EK-O BİLGİSAYAR DESTEKLİ NİTEL VERİ ANALİZİ KURSU KATILIM  
BELGESİ**

**NVivo8 Çalıştay Katılım Sertifikası**

**Sayın Mehmet Ali KANDEMİR**

19-20 Aralık 2009 tarihlerinde Ankara'da düzenlenen 8 saatlik çalıştaya katılımı sonucu bu sertifikayı almaya hak kazanmıştır.

**KALITE DİYALOG**  
Kaliteli Fikirleşme & Araştırma

**Yrd. Doç. Dr. Elif Kuş Saillard**



## **EK-P Modelleme Performansını Ölçemeye 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 ya da 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 durumunu derinlemesine ve kapsamlı bir şekilde anladığını gösteren özelliklerin tümüne göndermede bulunabilmektedir.

### **Matematikleştirme:**

**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 götürecek daha basit bir matematiksel temsilini oluşturmuştur.

**Düzyey 4:** Ele alınan problemin anahtar bileşenleri arasındaki ilişkileri kapsamlı bir şekilde anlama sonucuna götürecek olan bir matematiksel temsil oluşturmuştur.

### **Transformasyon (Dönüştürme)**

**Düzyey 1:** Modeli doğru bir şekilde kullanmada ve problemin matematikleştirilmiş 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 düşünebilmekte, araştırmayla ortaya konan ek sorularla ilgili genişletmeler sunabilmektedir.

Yukarıda belirtilen tanımlanmış düzeyleri bir spektrum olarak var sayıp öğrencilerinizin performanslarını belirtilen alanlarda puanlayınız.

**GERÇEK YAŞAM DURUMUNU BASİTLEŞTİRME**

**1..... 2..... 3..... 4.....**

**PROBLEMİN BASİTLEŞTİRİLMİŞ FORMUNU MATEMATİKLEŞTİRME**

**1..... 2..... 3..... 4.....**

**PROBLEMİN MATEMATİKLEŞTİRİLMİŞ FORMU İÇİN GELİŞTİRİLEN ÇÖZÜM İÇİN TRANSFORMASYON (DÖNÜŞÜM ) KULLANMA**

**1..... 2..... 3..... 4.....**

**PROBLEMİN BASİTLEŞTİRİLMİŞ FORMU DİKKATE ALINDIĞINDA PROBLEMİN MATEMATİKLEŞTİRİLMİŞ HALİ İÇİN GELİŞTİRİLMİŞ ÇÖZÜMÜ YORUMLAYABİLME**

**1..... 2..... 3..... 4.....**

**ÇÖZÜMÜN İLK PROBLEM DURUMU İÇİN ÇÖZÜM OLDUĞUNU GEREKÇELENDİRME**

**1..... 2..... 3..... 4.....**

## EK-R İki puanlayıcının etkinliklere verdikleri puan sonuçları

| 1.ETKİNLİK       |    |    |                   |    |    |                             |    |    |                             |    |    |
|------------------|----|----|-------------------|----|----|-----------------------------|----|----|-----------------------------|----|----|
| FLÖ20-FLÖ18-FLÖ6 |    |    | FLÖ26-FLÖ34-FLÖ27 |    |    | FLÖ24-FLÖ29-FLÖ28-<br>FLÖ37 |    |    | FLÖ30-FLÖ23-FLÖ33-<br>FLÖ35 |    |    |
|                  | P1 | P2 |                   | P1 | P2 |                             | P1 | P2 |                             | P1 | P2 |
| Bas              | 3  | 3  | Basit             | 4  | 4  | Basit                       | 3  | 3  | Basit                       | 3  | 3  |
| Mat              | 4  | 4  | Mat               | 4  | 4  | Mat                         | 3  | 3  | Mat                         | 3  | 3  |
| Trans            | 3  | 3  | Trans             | 4  | 4  | Trans                       | 3  | 3  | Trans                       | 3  | 3  |
| Yorum            | 3  | 2  | Yorum             | 4  | 4  | Yorum                       | 2  | 2  | Yorum                       | 3  | 3  |
| Geçer            | 3  | 2  | Geçer             | 4  | 3  | Geçer                       | 2  | 1  | Geçer                       | 3  | 3  |

| 2.ETKİNLİK       |    |    |                             |    |    |                   |    |    |                 |    |    |
|------------------|----|----|-----------------------------|----|----|-------------------|----|----|-----------------|----|----|
| FLÖ36-FLÖ14-FLÖ5 |    |    | FLÖ30-FLÖ23-FLÖ33-<br>FLÖ35 |    |    | FLÖ26-FLÖ34-FLÖ27 |    |    | FLÖ7-FLÖ9-FLÖ16 |    |    |
|                  | P1 | P2 |                             | P1 | P2 |                   | P1 | P2 |                 | P1 | P2 |
| Basit            | 4  | 4  | Basit                       | 3  | 3  | Basit             | 4  | 4  | Basit           | 4  | 4  |
| Mat              | 4  | 4  | Mat                         | 3  | 3  | Mat               | 4  | 4  | Mat             | 3  | 3  |
| Trans            | 4  | 4  | Trans                       | 3  | 3  | Trans             | 3  | 3  | Trans           | 4  | 4  |
| Yorum            | 4  | 4  | Yorum                       | 2  | 2  | Yorum             | 2  | 2  | Yorum           | 4  | 3  |
| Geçer            | 3  | 4  | Geçer                       | 1  | 1  | Geçer             | 1  | 1  | Geçer           | 3  | 3  |

| 3.ETKİNLİK       |    |    |                   |    |    |                   |    |    |                             |    |    |
|------------------|----|----|-------------------|----|----|-------------------|----|----|-----------------------------|----|----|
| FLÖ36-FLÖ14-FLÖ5 |    |    | FLÖ25-FLÖ19-FLÖ31 |    |    | FLÖ17-FLÖ15-FLÖ12 |    |    | FLÖ24-FLÖ29-FLÖ28-<br>FLÖ37 |    |    |
|                  | P1 | P2 |                   | P1 | P2 |                   | P1 | P2 |                             | P1 | P2 |
| Basit            | 4  | 4  | Basit             | 4  | 4  | Basit             | 4  | 4  | Basit                       | 3  | 3  |
| Mat              | 4  | 4  | Mat               | 4  | 4  | Mat               | 4  | 4  | Mat                         | 3  | 3  |
| Trans            | 4  | 4  | Trans             | 4  | 4  | Trans             | 4  | 4  | Trans                       | 3  | 3  |
| Yorum            | 4  | 4  | Yorum             | 4  | 4  | Yorum             | 4  | 4  | Yorum                       | 4  | 4  |
| Geçer            | 3  | 3  | Geçer             | 4  | 4  | Geçer             | 3  | 3  | Geçer                       | 3  | 3  |

| 4.ETKİNLİK       |    |    |                 |    |    |                   |    |    |                  |    |    |
|------------------|----|----|-----------------|----|----|-------------------|----|----|------------------|----|----|
| FLÖ20-FLÖ18-FLÖ6 |    |    | FLÖ7-FLÖ9-FLÖ16 |    |    | FLÖ25-FLÖ19-FLÖ31 |    |    | FLÖ36-FLÖ14-FLÖ5 |    |    |
|                  | P1 | P2 |                 | P1 | P2 |                   | P1 | P2 |                  | P1 | P2 |
| Basit            | 4  | 4  | Basit           | 4  | 4  | Basit             | 4  | 4  | Basit            | 2  | 3  |
| Mat              | 4  | 4  | Mat             | 4  | 4  | Mat               | 4  | 4  | Mat              | 2  | 3  |
| Trans            | 4  | 3  | Trans           | 4  | 3  | Trans             | 4  | 4  | Trans            | 2  | 2  |
| Yorum            | 3  | 3  | Yorum           | 3  | 3  | Yorum             | 3  | 3  | Yorum            | 2  | 2  |
| Geçerl           | 3  | 3  | Geçer           | 3  | 3  | Geçer             | 3  | 3  | Geçer            | 2  | 2  |

| 4.ETKİNLİK      |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------|----|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| FLÖ1-FLÖ8-FLÖ11 |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                 | P1 | P2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Bas             | 2  | 3  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Mat             | 3  | 3  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Trans           | 3  | 2  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Yorum           | 2  | 2  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Geçer           | 2  | 2  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

| 5.ETKİNLİK                  |    |    |                   |    |    |                  |    |    |                 |    |    |
|-----------------------------|----|----|-------------------|----|----|------------------|----|----|-----------------|----|----|
| FLÖ30-FLÖ23-<br>FLÖ33-FLÖ35 |    |    | FLÖ17-FLÖ15-FLÖ12 |    |    | FLÖ13-FLÖ2-FLÖ18 |    |    | FLÖ3-FLÖ4-FLÖ11 |    |    |
|                             | P1 | P2 |                   | P1 | P2 |                  | P1 | P2 |                 | P1 | P2 |
| Basit                       | 3  | 3  | Basit             | 4  | 4  | Basit            | 4  | 3  | Basit           | 2  | 2  |
| Mat                         | 4  | 4  | Mat               | 4  | 4  | Mat              | 4  | 4  | Mat             | 3  | 3  |
| Trans                       | 4  | 3  | Trans             | 4  | 3  | Trans            | 4  | 3  | Trans           | 2  | 2  |
| Yorum                       | 3  | 3  | Yorum             | 3  | 2  | Yorum            | 4  | 4  | Yorum           | 3  | 3  |
| Geçer                       | 3  | 3  | Geçer             | 3  | 3  | Geçer            | 3  | 3  | Geçer           | 2  | 2  |

| 6.ETKİNLİK      |    |    |                   |    |    |                 |    |    |                             |    |    |
|-----------------|----|----|-------------------|----|----|-----------------|----|----|-----------------------------|----|----|
| FLÖ7-FLÖ9-FLÖ16 |    |    | FLÖ17-FLÖ15-FLÖ12 |    |    | FLÖ1-FLÖ2-FLÖ18 |    |    | FLÖ22-FLÖ29-FLÖ21-<br>FLÖ32 |    |    |
|                 | P1 | P2 |                   | P1 | P2 |                 | P1 | P2 |                             | P1 | P2 |
| Basit           | 3  | 3  | Basit             | 4  | 4  | Basit           | 4  | 4  | Basit                       | 4  | 4  |
| Mat             | 3  | 3  | Mat               | 4  | 4  | Mat             | 4  | 4  | Mat                         | 4  | 4  |
| Trans           | 2  | 2  | Trans             | 4  | 4  | Trans           | 3  | 2  | Trans                       | 4  | 3  |
| Yorum           | 2  | 2  | Yorum             | 3  | 3  | Yorum           | 3  | 3  | Yorum                       | 2  | 2  |
| Geçer           | 2  | 1  | Geçer             | 3  | 3  | Geçer           | 2  | 1  | Geçer                       | 2  | 1  |

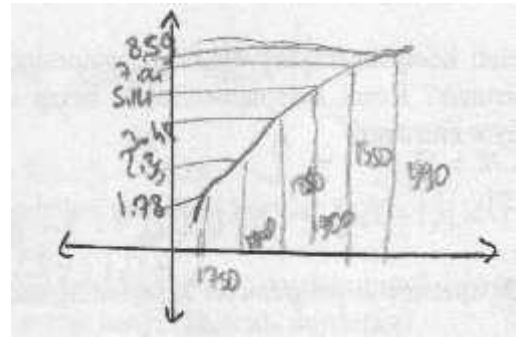
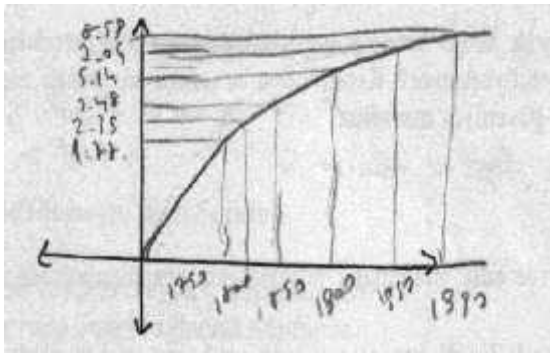
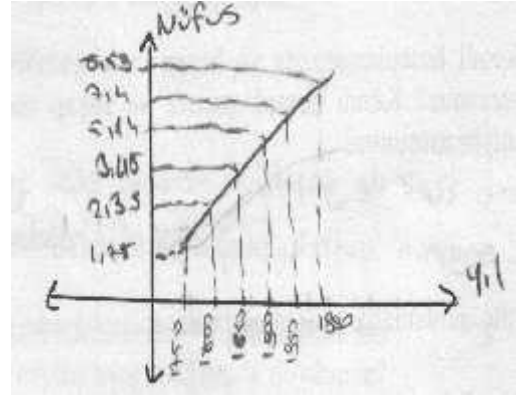
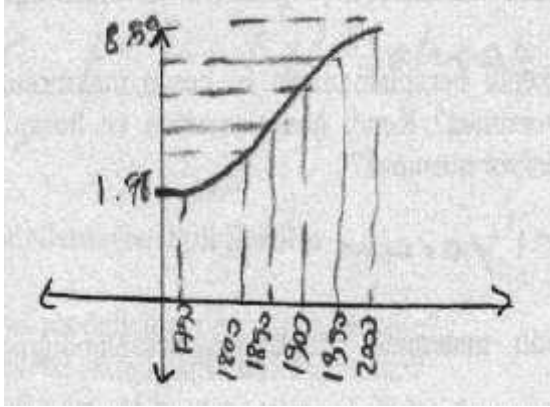
| 6.ETKİNLİK                  |    |    |  |    |    |  |    |    |  |    |    |
|-----------------------------|----|----|--|----|----|--|----|----|--|----|----|
| FLÖ24-FLÖ29-FLÖ28-<br>FLÖ37 |    |    |  |    |    |  |    |    |  |    |    |
|                             | P1 | P2 |  | P1 | P2 |  | P1 | P2 |  | P1 | P2 |
| Basit                       | 4  | 4  |  |    |    |  |    |    |  |    |    |
| Mat                         | 3  | 3  |  |    |    |  |    |    |  |    |    |
| Trans                       | 3  | 3  |  |    |    |  |    |    |  |    |    |
| Yorum                       | 3  | 3  |  |    |    |  |    |    |  |    |    |
| Geçer                       | 2  | 2  |  |    |    |  |    |    |  |    |    |

| 7.ETKİNLİK                  |    |    |                   |    |    |                  |    |    |                   |    |    |
|-----------------------------|----|----|-------------------|----|----|------------------|----|----|-------------------|----|----|
| FLÖ30-FLÖ23-<br>FLÖ33-FLÖ35 |    |    | FLÖ17-FLÖ15-FLÖ12 |    |    | FLÖ13-FLÖ2-FLÖ18 |    |    | FLÖ26-FLÖ34-FLÖ27 |    |    |
|                             | P1 | P2 |                   | P1 | P2 |                  | P1 | P2 |                   | P1 | P2 |
| Basit                       | 4  | 4  | Basit             | 3  | 3  | Basit            | 4  | 4  | Basitl            | 3  | 3  |
| Mat                         | 4  | 4  | Mat               | 3  | 3  | Mat              | 4  | 4  | Mat               | 3  | 3  |
| Trans                       | 3  | 3  | Trans             | 3  | 3  | Trans            | 3  | 3  | Trans             | 2  | 2  |
| Yorum                       | 4  | 4  | Yorum             | 2  | 2  | Yorum            | 4  | 4  | Yorum             | 1  | 2  |
| Geçerl                      | 2  | 2  | Geçer             | 1  | 1  | Geçer            | 2  | 3  | Geçer             | 1  | 1  |

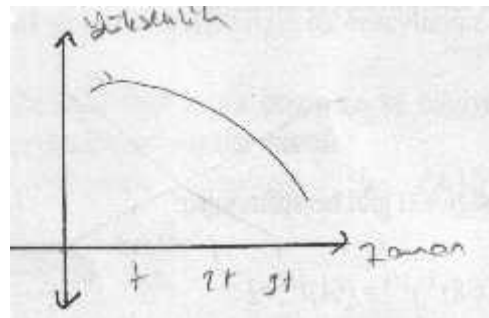
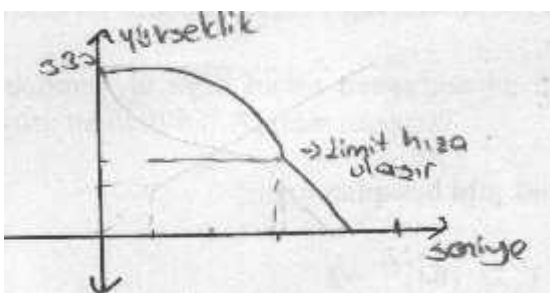
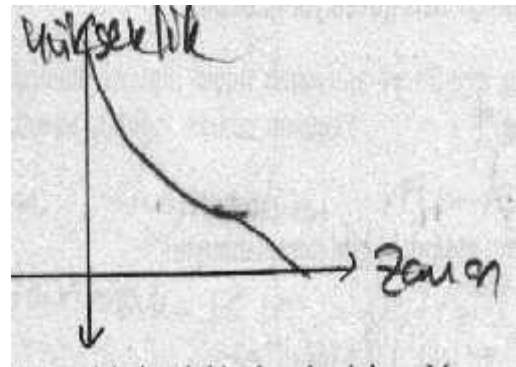
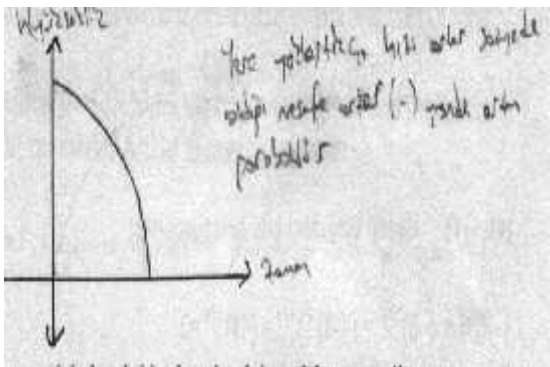
| 8.ETKİNLİK            |    |    |                 |    |    |                  |    |    |                   |    |    |
|-----------------------|----|----|-----------------|----|----|------------------|----|----|-------------------|----|----|
| FLÖ26-FLÖ34-<br>FLÖ27 |    |    | FLÖ8-FLÖ4-FLÖ11 |    |    | FLÖ13-FLÖ2-FLÖ18 |    |    | FLÖ25-FLÖ19-FLÖ31 |    |    |
|                       | P1 | P2 |                 | P1 | P2 |                  | P1 | P2 |                   | P1 | P2 |
| Basit                 | 4  | 4  | Basit           | 3  | 3  | Basit            | 3  | 3  | Basit             | 3  | 3  |
| Mat                   | 4  | 4  | Mat             | 4  | 4  | Mat              | 2  | 2  | Mat               | 4  | 3  |
| Trans                 | 4  | 4  | Trans           | 4  | 3  | Trans            | 1  | 1  | Trans             | 3  | 2  |
| Yorum                 | 3  | 3  | Yorum           | 4  | 3  | Yorum            | 1  | 1  | Yorum             | 2  | 2  |
| Geçer                 | 3  | 3  | Geçer           | 3  | 3  | Geçer            | 1  | 1  | Geçer             | 1  | 1  |

## EK-S : Isınma Problemlerindeki Modelleme Örnekleri

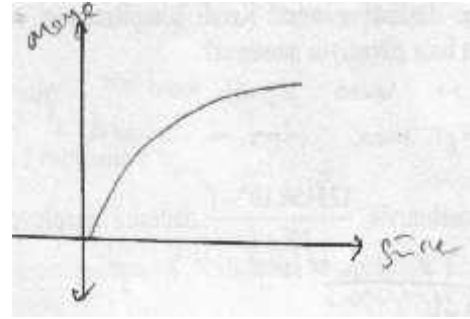
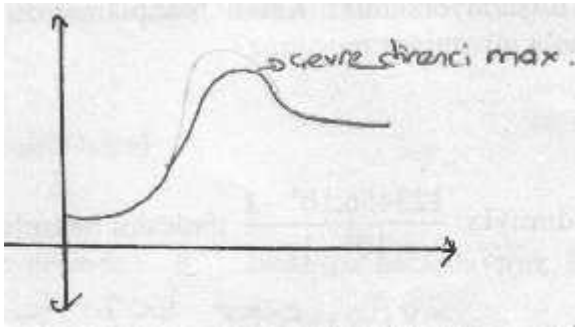
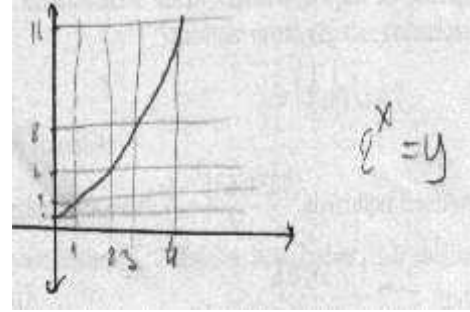
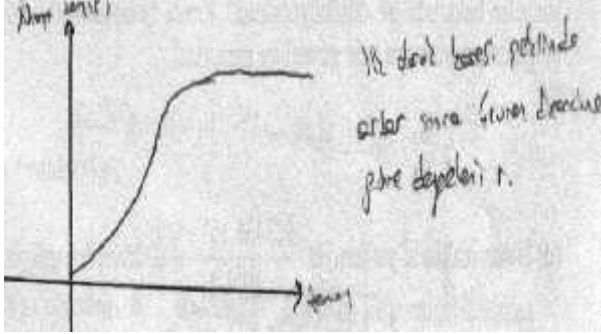
### 1. Problem



### Isınma Problemleri Örnekleri 2. Problem



### Isınma Problemleri Örnekleri 3. Problem



## EK-T Orta ve Zayıf Düzeyde Modelleme Örnekleri

### 1. Etkinlik

1)  $B = 69.702,758 + 3765,8951 \cdot X$   
 $A = 197.000 + 3000 \cdot X$   
 $A = B \Rightarrow 69.702,758 + 3765,8951 \cdot X = 197.000 + 3000 \cdot X$   
 $27.297,242 = 765,8951 \cdot X$   
 $X = 36,60$   
 $1995 + 36,60 = 2031 \text{ yıl}$

2)  $\text{Kasım 2022} \rightarrow 245460$   
 $\text{Kasım 2021} \rightarrow 1092x + 46273$   
 $\text{Kasım 2010} \rightarrow X=11 \text{ olmalı} \Rightarrow 56245$

3)  $75000 = 1092x + 46273$   
 $x = 28,17$   
2027 yılı subat ayı

3) İstatistikteki veriler doğru değildir. 1980 ve 1984 yıllarında analıktır.  
a) Fırma daha fazla kör aldat etmek amacıyla yapmış olabilir.  
c) İstatistikler fazla gösterilip yanlış bilgilerdir ve yapılabılır.

### 1. Etkinlikte Orta Düzeyde Modelleme Örneği

### 2. Etkinlik

| Masa Türü  | Masaların Sayısı | Sandalyelerin Sayısı | Oturabilecek Kişi Sayısı | Her bir öğrenciye düşen birim fiyat | Toplam Maliyet |
|------------|------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------------------|----------------|
| uvarde     | 36               | 12                   | 432                      | 65 YTL                              | 28464 YTL      |
| kare       | 62               | 8                    | 496                      | 60 "                                | 30008 YTL      |
| dikdörtgen | 37               | 12                   | 444                      | 59 YTL                              | 26632 YTL      |
| yaik       | 52               | 10                   | 520                      | 41 YTL                              | 21424 YTL      |
| -          |                  |                      |                          |                                     |                |

seçenek

$141 + 94 = 235 \text{ cm}$   
 $17,5$   
 $\pi \cdot r^2 = 41418,75$   
 $= 14910,75$   
 $26508,0$

$49.47 = 2715$   
 $12.5373331 \approx 12 \text{ sandalye}$   
 gemiler etrafına  
 maliyet  $\rightarrow 790,6 \text{ TL}$

$\Rightarrow$  Toplam katınca  
 $36 \text{ tane}$   
 $432$   
 kişi  $\rightarrow 67$

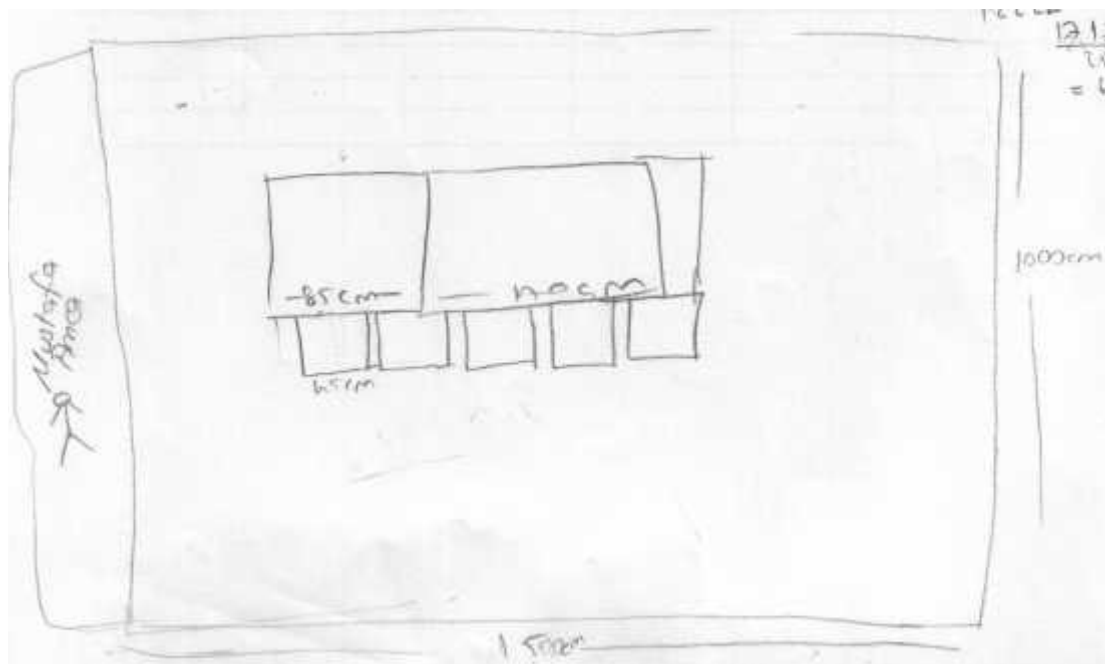
Kore 8 kişi  
 Sand. + masa maliyet  $\rightarrow 474 \text{ TL}$   $\Rightarrow 62 \text{ tane}$   $436 \text{ kişi}$  kişi  $\rightarrow 60$

dikdörtgen 12 kişi  
 Sand. + masa maliyet  $\rightarrow 718,8$   $\Rightarrow 37 \text{ tane}$   $444 \text{ kişi}$  kişi  $\rightarrow 59,98$

kare 10 kişi  $\rightarrow$  maliyet  $\rightarrow 412 \text{ TL}$   $\Rightarrow 52 \text{ tane}$   $520 \text{ kişi}$  kişi  $\rightarrow 41,2$

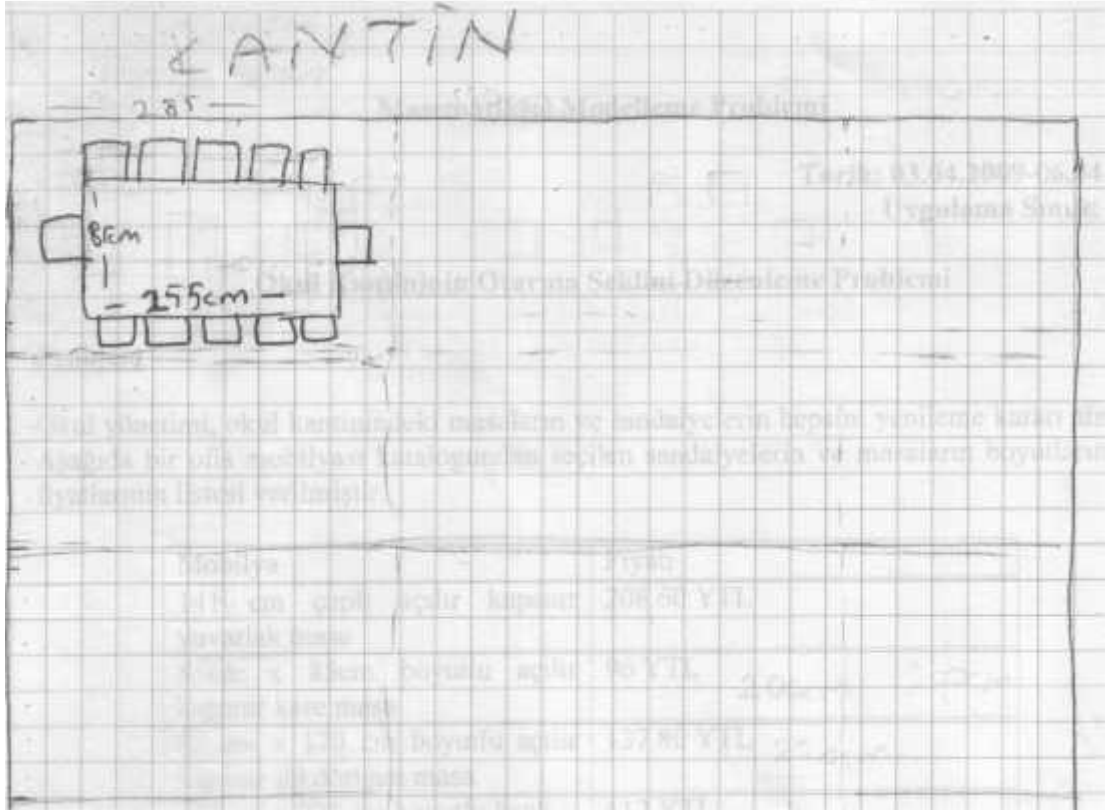
Toplam maliyet  $2 \times 424 \text{ TL}$   
 aynı zamanda en çok kişi başına düşen kişi kapasitesi

## 2. Etkinlikte Orta Düzeyde Modelleme Örneği





| Masa Türü  | Masaların Sayısı | Sandalyelerin Sayısı | Oturabilecek Kişi Sayısı | Her bir öğrenciye düşen birim fiyat | Toplam Maliyet |
|------------|------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------------------|----------------|
| Kare       | 21               | 126                  | 126                      | 67,9                                | 17131,8        |
| Dikdörtgen | 21               | 126                  | 126                      | 67,9                                |                |
|            |                  |                      |                          |                                     |                |
|            |                  |                      |                          |                                     |                |
|            |                  |                      |                          |                                     |                |



2. Etkinlikte Zayıf Modelleme Örneği

### 3. Etkinlik

| 1. Takım               | 2. Takım                      |
|------------------------|-------------------------------|
| Beth → çevik           | Rhonda → Takım iyi oynama iyi |
| Angie → teknik         | Rebecca → En uzun kaçırt      |
| Amy → zamansız sırayla | Jill → boyu uzunlu            |
| Tina → sıkı            | Anna → başarısız takımlar     |
| Christina → Kacık      | Kate → Caba, çabuk            |
| Andrea → güçlü         | Nicki → Servis                |

| 3. Takım           |
|--------------------|
| Ermelinda → Hırslı |
| Gertrude → yavaş   |
| Kim → iyi blok     |
| Ruth → teknik      |
| Lori → filede iyi  |
| Robin → dışarıdaki |

Sayın Kocaj,

Yetenek ve performans ve boylarına göre sizin için üç takım kurduk. Performansı düşük olanları ve boyları uzun olanları takımlara eşit paylaştırdık. Geri kalanların boyları hemen hemen eşit olduğu için, onları yetenek ve teknik bilgilerine göre dengeli dağıttık.

Saygılar...

### 3. Etkinlikte Orta Düzeyde Modelleme Örneği

| ①      | ②         | ③       |   |
|--------|-----------|---------|---|
| Ana    | Nicki     | Rebecca | Sporcuların günlük performanslarına göre sahada yerleştirilmelidir. Bu şekilde hem sporcular sahaya hakim olur, hemde takım performansı yükselebilir. |
| Amy    | Lori      | Ruth    |   |
| Adree  | Gertrude  | Robin   |   |
| Jill   | Ermelinda | Angie   |   |
| Tina   | Christina | Kim     |   |
| Rhonda | Kate      | Beth    |   |

### 3. Etkinlikte Zayıf Düzeyde Modelleme Örneği

#### 4. Etkinlik

| Yıl   | 1750    | 1800    | 1850    | 1900    | 1950    | 1990    | Nüfus Modeli | 2000 yılı Nüfus | 2010 Yılı Nüfus |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------|-----------------|-----------------|
| Nüfus | 1780000 | 2350000 | 3480000 | 5140000 | 7040000 | 8590000 |              | 8.425.500       | 8.777.250       |

Arşın ait model:

$$y = 200.09683 - x^2 \cdot 0.021837752$$

Arşın en yüksek noktası:

$$x = 0$$

$$y = 200.09683$$

Arşın yatay uzaklığı:

$$2 \cdot 92.5 = \underline{185}$$

#### 4. Etkinlikte Orta Düzeyde Modelleme Örneği

|         |         |         |         |         |         |       |              |             |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|--------------|-------------|
| 1780000 | 2350000 | 3480000 | 5140000 | 7040000 | 8590000 | Arşın | 9850<br>0000 | 7658<br>365 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|--------------|-------------|

$$\begin{array}{l} 570000 \quad 1130000 \\ | \quad | \\ 1-11400 \end{array}$$

$$y = 2 - 2934783x + 1512x^2 - 0,20x^3$$

$$2 - 586956600 + 4248000000 - 280000000$$

$$- 2666956600 = 3381043402$$

Arş Problemi

$$\text{Yatay} = 185 \text{ m}$$

$$\text{En y. nok} = 190.4$$

$$y = a + bx + cx^2$$

$$a = \underline{200,09683}$$

#### 4. Etkinlikte Zayıf Düzeyde Modelleme Örneği

## 5. Etkinlik

$$\begin{array}{r} 13000 \\ \times 2,4 \\ \hline 31200 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 31200 \\ + 2500 \\ \hline 38700 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13000 \\ \times 3 \\ \hline 39000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 39000 \\ - 38700 \\ \hline 300 \text{ lira kar edilir.} \end{array}$$

$300 : 13000 = 0,0215 \approx 2 \text{ kuruş} \Rightarrow \text{parça başına}$

\* Bu fiyatlarla işe girmeyiz. Pazarlık yaparız ve alıcı firmaya yeni bir teklif sunarız. Parça başına 3 lira yerine 3,3 lira vermeleri karşılığında işi kabul edeceğimizi söyleriz.

$$\begin{array}{r} 13000 \\ \times 3,3 \\ \hline 42900 \end{array}$$

maliyet  $\rightarrow 13000 \cdot 2,4 + 7500 = 38700$   
 $42900 - 38700 = 4200 \text{ kar}$     %10'dan fazla kar yaparız

## 5. Etkinlikte Orta Düzeyde Modelleme Örneği

# Soruda hiç bir açıklık yok, sağlıklı bir karar verilemez #

- Teklifi kabul etmeyiz. Çünkü net kar 300 lira ve kurulan ekipman 300 lira kar yeterli değil.
- ~~29167 parça satılmaya 10.000 lira kar edelim.~~
- Ben adamın tüm sorularını istemedim. Bir simülasyon yok soruda, her hangi bir algoritmada yok. Olasılıklı olarak tüm teklifleri kabul eden bir karar.

## 5. Etkinlikte Zayıf Düzeyde Modelleme Örneği

$$\begin{aligned}
 & -0,31x + 23,824643 \\
 & \quad x = 33 \\
 & = -10,23 + 23,824643 \\
 & = 13,59 \text{ sn} \\
 \\ 
 & -0,183x + 20,45 \\
 & \quad x = 29 \\
 & = -5,307 + 20,45 \\
 & = 15,143 \text{ sn}
 \end{aligned}$$

### 6.Etkinlik

|   |   |
|---|---|
| <p>U-A Erkekler.</p> $  \begin{aligned}  & 0,228x + 7,512 \\  & \quad x = 30 \\  & = 14,352  \end{aligned}  $ | <p>U-A. Bayanlar</p> $  \begin{aligned}  & 0,302x + 5,516 \\  & \quad x = 31 \\  & = 14,878  \end{aligned}  $ |
|---|---|

Görüldüğü gibi bayanlar erkekleri geçti  
1988'den 80 yıl sonra bayanlar erkeklere  
ulaştık.

### 6. Etkinlikte Orta Düzeyde Modelleme Örneği

Baygınlarda

1)  $a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4 + fx^5 + gx^6 + hx^7 + ix^8 + jx^9 = y$

$a = -44,260$   
 $b = 179,826$   
 $c = -183,846$   
 $d = 98,037$   
 $e = -30,688$   
 $f = 5,941$   
 $g = -0,720$   
 $h = 0,073$   
 $i = -0,002$   
 $j = 3,578$

→ Modelleme girildiği üzere uygulanır.  
 Çünkü curve faktörleri de önemlidir.  
 102 yıl önceyi de geçse orantılı değişime  
 olmaktadır. Baygınlarda metabolizması bu tip  
 sporlar için çok uygun değildir.

2) Aynı şekilde bayan atletler metabolizmaları  
 gereği erkek atletlerden yavaşdır. Ancak düzenli  
 çalışmayla istenen performans sağlanabilir.  
 Matematiksel modelleme yapılmayacağından  
 sonuçları direkt sadece tahmin edilebilir.

erkek

$a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4$   
 $a = 21,797$   
 $b = 0,288$   
 $c = -0,0367$   
 $d = 0,00487$   
 $e = -3,830$

## 6. Etkinlikte Zayıf Düzeyde Modelleme Örneği

## 7. Etkinlik

$$0,170 \text{ m}^3 \times \frac{2}{100} = 3 \cdot 10^{-4}$$

$0,051 \text{ CO}_2 \text{ m}^3$   
 Her saat  $3,4 \text{ m}^3$   
 $0,17 \text{ max CO}_2$

$$3600 \cdot x \cdot 4,7 \cdot 10^{-7} + 0,051 - 3,4 = 0,17$$

$$36 \cdot 0,00047 x + 0,051 - 3,4 = 0,17$$

$$0,01692 x + 0,051 - 3,4 = 0,17$$

$$-3,349$$

$$x = 208 \text{ kişi oturabilir}$$

## 7. Etkinlikte Orta Düzeyde Modelleme Örneği

$$170 \cdot \frac{2}{100} = \frac{3,4 \text{ metre küp}}{1000}$$

$$170 \cdot \frac{3}{100 \cdot 100} = \frac{51}{1000} = 0,051$$

$$170 \cdot \frac{1}{100 \cdot 10} = 0,17 \text{ en fazla}$$

$$3600 \cdot 4,7 \cdot 10^{-6} x + 0,051 = 3,4 - 0,17$$

$$36 = 4,7 \cdot 10^{-4} x = 3,179$$

$$x = \frac{3,179 \cdot 10^4}{36 \cdot 4,7}$$

$$x = 187,8$$

## 7. Etkinlikte Zayıf Düzeyde Modelleme Örneği

## 8. Etkinlik

Kum saatinde bir ölçü koymak için aşağıdaki ölçümler alttaki koni için şöyle kaydedilmiştir.

|       | Hacim (Santimetre küp) | Sıvının Yüksekliği (santimetre) |
|-------|------------------------|---------------------------------|
| 0,4 ← | 1 dt 25                | 0.23 → 50                       |
| 1 ←   | 2 dt 50                | 0.48 → 100                      |
| 1,6 ← | 3 dt 75                | 0.76 → 150                      |
| 2,2 ← | 4 dt 100               | 1.06 → 200                      |
| 3 ←   | 5 dt 150               | 1.82 → 300                      |
| 4 ←   | 6 dt 200               | 3.08 → 400                      |
| 5,2 ← | 7 dt 225               | 9,6 → 500                       |

Kum saatinin her iki konisinden de saatin okunabilmesi için hem alt hem de üst koninin nasıl işaretlenmesi gerektiğini kısaca anlatınız.

7,5, 60, 0,5 = 225

$$\frac{1}{3} \pi x^2 \cdot 2x = 225$$

$$x = 4,8$$

$$2x = 9,6$$

225 - 60 = 165  $\frac{1}{3} \pi 2e^2 \cdot e = 165$   
 $e = 4,3$   
 $2e = 8,6$

225 - 90 = 135  $\frac{1}{3} \pi 2a^2 \cdot a = 135$   
 $a = 4,0$   
 $2a = 8$

225 - 150 = 75  $\frac{1}{3} \pi 2c^2 \cdot c = 75$   
 $c = 3,3$   
 $2c = 6,6$

25 → 50  
 $x \rightarrow 60$   
 $x = 30$

0,5  
 $30 \text{ cm}^3$

9,6 - 9,1 = 0,5  
 $\frac{1}{3} \pi y^2 \cdot 2y = 195$   
 $y = 4,6$   
 $2y = 9,2$

225 - 120 = 105  $\frac{1}{3} \pi 2b^2 \cdot b = 105$   
 $b = 3,9$   
 $2b = 7,8$

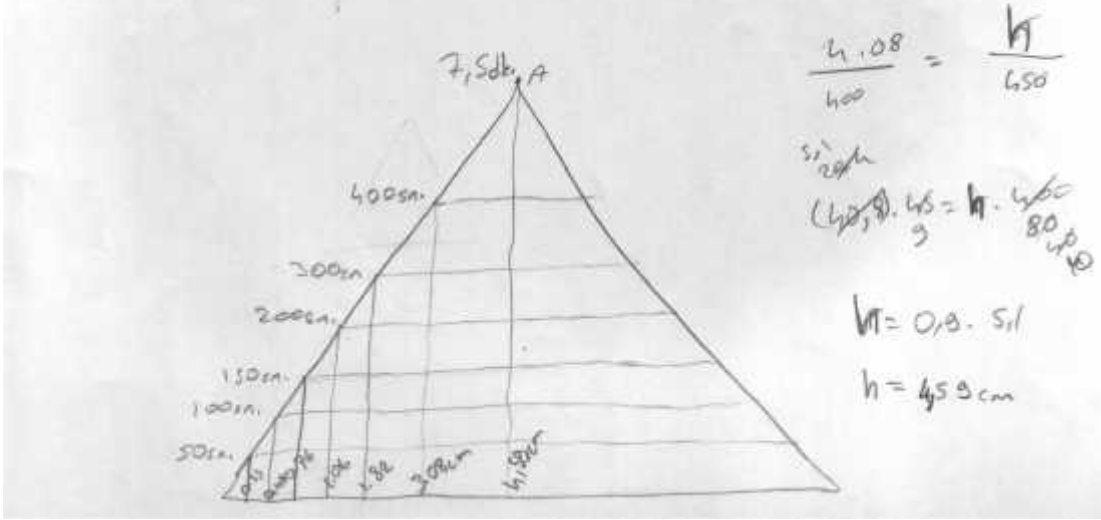
225 - 180 = 45  $\frac{1}{3} \pi 2d^2 \cdot d = 45$   
 $d = 2,0$   
 $2d = 4,0$

225 - 210 = 15  $\frac{1}{3} \pi 2e^2 \cdot e = 15$   
 $e = 1,95$   
 $2e = 3,9$

## 8. Etkinlikte Orta Düzeyde Modelleme Örneği



altındaki şekil alt kenarının 2'ye eşit olduğu bir piramidedir. Üstteki kenarları da  
 aynı olacak şekilde piramiden aşağıya doğru simetrik olarak çizilmiştir.



### 8. Etkinlikte Zayıf Düzeyde Modelleme Örneği

## 8. KAYNAKÇA

- [1] Gür, H., Korkmaz, E., “İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin problem ortaya atma becerilerinin belirlenmesi”, Matematikçiler derneği bilim köşesi. (2003).  
www.matder.org.tr
- [2] Blum W., Applications and Modelling in Mathematics Teaching-A Review of Arguments and Instructional Aspects. Teaching of mathematical modelling and applications, Hrsg:Niss (u.a.),(1991), Ellis Horwood Limited,Chichester , 10-29.
- [3] MEB. Matematik dersi öğretim programı kılavuzu ( 9.-12. Sınıflar) Ankara, (2005)
- [4] Berberoğlu, G., Türk Bakış Açısından PISA Araştırma Sonuçları, Konrad Adenover Stifting. (2007). [http:// konradorg.tr/Egitimturk/07girayberberoglu.pdf](http://konradorg.tr/Egitimturk/07girayberberoglu.pdf)  
Erişim Tarihi: 15 Ekim 2010 Saat: 17:42
- [5] World Development Report Overview. Equity and Development (2006).  
<http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2006/Resources/4773831127230817535/082136412X.pdf>
- [6] Özenç B., Arslanhan, H., PISA 2009 sonuçlarına ilişkin bir değerlendirme. Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı, (2010)
- [7] Güzel İ., Karataş İ., Çetinkaya B.,. “Ortaöğretim Matematik Öğretim Programlarının Karşılaştırılması: Türkiye, Almanya, Kanada”, *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, **1(3)**, (2010) 309-327.
- [8] Yeni Öğretim Programlarını İnceleme ve Değerlendirme Raporu (2005).  
<http://www.erg.sabanciuniv.edu/>

- [9] Hemmings B., Grootenbeer P., Kay R., “Predicting Achievement: The Influence of Prior Achievement and Attitudes”, *International Journal of Science and Mathematics Education*, **9(3)**, (2011) 691-705.
- [10] DiMartino P., Zan R., “ Me and Maths: Towards a Definition of Attitude Grounded on Students’ Narratives”, *Journal of Mathematics Teacher Education*, **13(1)**, (2010) 27-48.
- [11] Reed H.C., Drijvers P., Kirschier P.A., “Effects of Attitudes and Behaviours on Learning Mathematics with Computer Tools”, *Computers & Education*, **55(1)**, (2010) 1-15.
- [12] Lambic D., “Presenting Application of Mathematics by the Use of Programming Software with Easily Available Visual Components” *Teaching Mathematics and Its Applications*, **30(1)**, (2011) 10-18.
- [13] Jennison M., Beswick K., Student Attitude, Student Understanding and Mathematics Anxiety. In L. Sparrow, B. Kissane, C.Hurst (Eds.), *Shaping the Future of Mathematics Education: Proceedings of the 33rd Annual Conference of the Mathematics Education Research Group Australasia*, pp. 280-288, (2010), July 3-7 2010, Freemantle.
- [14] Chan L., Van Dooren W., Chan Q., Verschaffel L., “ An Investigation on Chinese Teachers’ Realistics Problem Posing and Problem Solving Ability and Beliefs”, *International Journal of Science and Mathematics Education*, **9(4)**, (2011) 919-948.
- [15] Berkatsas T., Kasimatis K., Gialamas V., Learning Secondary Mathematics with Technology: Exploring the Complex Interrelationship between Students’ Attitudes, Engagement, Gender and Achievement”, *Computers & Education*, **52(13)**, (2009) 562-570.

- [16] Pimta S., Tayraukham S., Nuangchalarm P., “ Factors Influencing Mathematics Problem Solving Ability of Sixth Grade Students”, *Journal of Social Sciences*, **5(4)**, (2009) 381-385.
- [17] Lingefjård, T., “Mathematical Modeling for Preservice Teachers: A Problem from Anesthesiology”, *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, **7(2)**, (2002) 117-143.
- [18] Papageorgiou G., The Effect of Mathematical Modeling on Students’ Affect, Master Science Thesis, AMSTEL Institute ,Universiteit van Amsterdam, Amsterdam, Netherland, (2009)
- [19] Çetinkaya B., Şen A., Baş S., Integrating Mathematical Modeling and Technology in Teaching and Learning Mathematics, 8th International Educational Technology Conference, (2008), 6-8 Mayıs, Eskişehir.
- [20] NCTM, Principles and standards for school mathematics. Reston, VA: Author. (2000)
- [21] Hembree R., Dessart D.J., “Effects of Hand-Helde Calculators in Precollege Mathematics Education: A Meta-Analysis”, *Journal for Research in Mathematics Education* , **17**, (1986) 83-99.
- [22] Ersoy, Y.,. Matematik Eğitimi Yenileme Yönünde İleri Hareketler- I: *The Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, **4(2)**, (2005) 51-63.
- [23] Lesh R.A., Doerr H., Foundations of a Models and Modelling Perspective on Mathematics Teaching, Learning and Problem Solving. In H. Doerr & R.A. Lesh (Eds.) *Beyond Constructivism: Models and Modelling Perspective on Mathematics Teaching, Learning and Problem Solving*. (2003) 3-35, Mahwah, NJ: Erlbaum.
- [24] Smith D.N. , “Mathematical Modelling”, *Teaching Mathematics and Its Applications*, **15(1)** , (1996) 37-41.

- [25] Chamberlin S.A., Moon S.M., “Model Eliciting Activities as a Tool to Develop and Identify Creatively Gifted Mathematicans”, *The Journal of Secondary Gifted Education*, **17(1)**, (2005) 37-47.
- [26] Doerr H.M., English L.D., “A Modelling Perspective on Students’ Mathematical Reasoning About Data”, *Journal for Research in Mathematics Education*, **34**, (2003) 110-136.
- [27] Lesh R., Harel G., “Problem Solving, Modelling and Local Conceptual Development”, *Mathematical Thinking and Learning*, **5 ( 2&3)**, (2003) 157-189.
- [28] Starfield A., Smith K. ve Bleloch A., *How to model it: Problem Solving for the Computer Age*. New York: McGraw-Hill,(1990)
- [29] Maull W., Berry J. , “An Investigation of Student Working Styles in a Mathematical Modelling Activity”, *Teaching Mathematics and Its Applications*, **20(2)** , (2001) 78-88.
- [30] Lesh R., English L.D., “Trends in the Evolution of Models & Modelling Perspectives on Mathematical Learning and Problem Solving”, *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, **37(6)**, (2005) 487-489.
- [31] Lesh R., Yoon C., What is Distinctive in (Our Views about) Models & Modelling Perspectives on Mathematical Problem Solving, Learning and Teaching? In W.Blum, P.Galbraith, H-W. Henn ve M. Niss (Eds.) *Modelling and Applications in Mathematics Education: 14th ICMI Study*. New York: Springer, (2007) 3-32.
- [32] Olkun, S., Toluk Z., *İlköğretimde Matematik Öğretimi 1-5 Sınıflar*, Ankara: Artım Yayınları, (2001)
- [33] Lesh R., Cramer K., Doerr H.M., Post T., Zawojewski J.S., Model Development Sequences. In R.Lesh & H.M. Doerr (Eds.). *Beyond Constructivism Model and*

Modelling Perspectives on Mathematical Problem Solving, Learning and Teaching, Mahwah,NJ: Lawrence Erlbaum Associates, (2003) 35-58.

[34] Kaiser G., Sriraman B., “A Global Survey of International Perspective on Modelling in Mathematics Education”, *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, **38(3)**, (2006) 302-310.

[35] Chachoua H., Saglam A., “Modelling by Differential Equations”, *Teaching Mathematics and Its Applications*, **25**, (2006) 15-22.

[36] Berry J., Developing “Mathematical Modelling Skills: The role of CAS”, *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, **34(5)**, (2002) 212-220.

[37] Burghes D., “Mathematical Modelling”, A Positive Direction for Teaching of Applications of Mathematics at School. *Educational Studies in Mathematics*, **11**, (1980) 113-131.

[38] Blum W., Mathematical Modelling in Mathematics Education and Instruction. In T. Breiteig, I Huntley & G.Daiser-Messmer (Eds.) Teaching and Learning Mathematics in Context. London: Ellis Horwood, (1993)

[39] Cheng A.K., “Mathematical Modelling, Technology and H3 Mathematics”, *The Mathematics Educator*, **9(2)**, (2006) 33-47.

[40] Bassanezi R.C., “Modelling as a Teaching-Learning Strategy”, *For the Learning of Mathematics*, **14(2)**, (1994) 31-35.

[41] Legé, J., A Comparative Case Study of Constrasting Instructional Approaches Applied to Introduction of Mathematical Modelling. Unpublished Doctoral Dissertation, Teachers College, Columbia University, (2003)

- [42] Blum W., ve diğeri, “ICMI Study 14: Applications and Modelling In Mathematics Education- Discussion Document”, *Educational Studies in Mathematics*, **51**, (2003) 149-171.
- [43] Haines C., Crouch R., Mathematical Modelling in High School Mathematics: Teachers’ Thinking and Practice. In W.Blum, P.Galbraith, H-W. Henn ve M. Niss (Eds.) Modelling and Applications in Mathematics Education: 14th ICMI Study New York: Springer, (2007) 225-232.
- [44] Antonius S., Haines C., Hojgaard T., Jensen M., Niss M., Burhardt H. Classroom Activities and the Teacher. In W.Blum, P.Galbraith, H-W. Henn ve M. Niss (Eds.) Modelling and Applications in Mathematics Education: 14th ICMI Study New York: Springer, (2007) 349-356.
- [45] Pead D., Ralph B., Muller E., Uses of Technologies in Learning Mathematics Through Modelling, In W.Blum, P.Galbraith, H-W. Henn ve M. Niss (Eds.) Modelling and Applications in Mathematics Education: 14th ICMI Study New York: Springer, (2007) 309-318.
- [46] Sriraman B., Lesh R., Modelling Conceptions Revisited. *Zentrablatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, **38(3)**, (2006) 247-254.
- [47] Skovsmose O., Towards a Philosophy of Critical Mathematics Education. Dordrecht, Netherlands: Kluwer, (1994)
- [48] Galbraith P., Important Issues in Applications and Modelling. Paper Presented at the AAMT Virtual Conference, Adelaide, (1999)
- [49] Brown R., “Mathematical Modelling in the International Baccalaureate, Teacher Beliefs and Technology Usage”, *Teaching Mathematics and Its Applications*, **21(2)** , (2002) 67-74.

- [50] English L.D., “Mathematical Modelling in the Primary School: Childrens’ Construction of A Consumer Guide”, *Educational Studies in Mathematics*, **63**, (2006) 303-323.
- [51] Hock C.U., “Introduction Mathematical Modelling to Secondary School Teachers: A Case Study”. *The Mathematics Educator*, **11(1/2)** , (2008) 21-32.
- [52] Verschaffel L., Taking the Modelling Perspective Seriously at the Elementary School Level: Promises and Pitfalls. Paper Presented at the 26 th Proceedings of Annual Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Norwich, England, (2002) July 21-26.
- [53] Blum W., Niss M., “Applied Mathematical Problem Solving, Modelling, Applications, and Links to the Other Subjects-State, Trends, and Issues in Mathematics Education”, *Educational Studies in Mathematics*, **22**, (1991) 37-68.
- [54] Burkhardt P., Mathematical Applications in School Curriculum. In T. Husen and T.N. Pstlethwai (Eds.) *The International Encyclopedia of Education* ( 2nd Ed.) Oxford/New York: Pergamon Press, (1994) 3621-3624.
- [55] Blum W., Berroneo-Ferri R., “Mathematical Modelling: Can It Be Taught and Learnt?”, *Journal of Mathematical Modelling and Applications*, **1(1)**, (2009) 45-58.
- [56] Eric C.C.M., “Using Model-Eliciting Activities for Primary Mathematics Classrooms”, *The Mathematics Educator*, **11(1/2)** , (2008) 47-66.
- [57] Mason J., Modelling: What do We Really Want Pupils Learn? In D.pimm (Eds.). *Mathematics, Teachers, and Children*, London: Hodder &Stoughton, (1988) 201-215.
- [58] Lim L.L., Tso T.-Y., Lin F.L., “Assessing Science Students’ Attitudes to Mathematics: A Case Study on a Modelling Project with Mathematical Software”,



*International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, **40(4)**, (2009) 441-453.

[59] Niss M., Aims and Scope of Mathematical Modelling in Mathematics Curricula. In W. Blum, J. Berry, R. Bihler, I. Huntley, R. Kaisermessmer ve K. Profke (Eds.), *Applications and Modelling in Learning and Teaching Mathematics*, Chichester: Ellis Horwood, (1989) 22-31.

[60] Blum W., Niss M., *Mathematical Problem Solving, Modelling, Applications, and Links to Other Subjects: State, Trends and Issues in Mathematics Education*. In W. Blum, M. Niss, I.D. Huntley (Eds.). *Modelling, Applications and Applied Problem Solving- Teaching Mathematics in Real Context*. Chichester: Ellis Horwood, (1989)

[61] Lingefjård, T., *Mathematical Modelling by Prospective Teachers*. Electronically Published Doctoral Dissertation. University of Georgia, (2000)

[62] Lesh R., Cramer K., Doerr H.M., Post T., ve Zawojewski J.S., *Model Development Sequences*. In R. Lesh ve H.M. Doerr (Eds.) *Beyond Constructivism: Models and Perspectives on Mathematica Problem Solving, Learning and Teaching*, Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, (2003) 35-58.

[63] Kim S.H., Kim S., “The Effects of Mathematical Modelling on Creative Production Ability and Self-Directed Learning Attitude”, *Asia Pacific Educ. Rev.*, **11**, (2010), 109-120.

[64] Chamberlin, M.T., *Teacher Investigations of Students’ Work: The Evolution of Teachers’ Social Processes and Interpretations of Students’ Thinking*. Unpublished Doctoral Dissertation. Purdue University, West Lafayette, IN, (2002)

[65] Lesh R., Hoover M., Hole B., Kelly A., ve Post T., *Principles for Developing Thought-Revealing Activities for Students and Teachers*. In A. Kelly ve R. Lesh

(Eds.) Handbook of Research in Mathematics and Science Education, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, (2000) 113-149.

[66] Wood T., Merkel G., Uerkwitzm J., “Creating a Context for Talking about Mathematical Thinking”, *Educacao e Matematica*, **4**, (1996) 39-43.

[67] Lin F.-L., Yang K.L., “Distinctive Characteristics of Mathematical Thinking in Non-modelling Friendly Environment”, *Teaching Mathematics and Its Applications*, **24 (2-3)**, (2005) 97-106.

[68] Moore T., Diefes-Dux H., Developing Model Eliciting Activities for Undergraduate Students Based on Advanced Engineering Content. 34th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Savannah, Georgia, (2004) October.

[69] Diefes H.A., Moore T., Zawojewski J., Imbrie P.K. ve Follman D., A Framework for Posing Open-Ended Engineering Problems: model Eliciting Activities. 34th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Savannah, Georgia, (2004) October.

[70] Zawojewski J.S., Lesh R., English L., A Models and Modeling Perspective on the Role of Small Group Learning Activities. In R.Lesh ve H.M. Doerr (Eds.) Beyond Constructivism Models and Modeling Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning and Teaching. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, (2003)

[71] Smith K.A., Teamwork and Project Management, New York,N.Y. McGraw-Hill. Best Series, (2004)

[72] Yoon C., A Conceptual Analysis of the Models and Modelling Characterization of Model-Eliciting Activities As “ Thought-Revealing Activities”. Unpublished Doctoral Dissertation, Indiana University, (2006)

- [73] Swan M., Turner R., Yoon C., ve Muller E., The Roles of Modelling in Learning Mathematics. In W.Blum, P.Galbraith, H-W. Henn ve M. Niss (Eds.) *Modelling and Applications in Mathematics Education: 14th ICMI Study* New York: Springer, (2007) 275-284.
- [74] Mousoulides N.G., Christou C., Sriraman B., “A Modelling Perspective on the Teachings and Learning of Mathematical Problem Solving”, *Mathematical Thinking and Learning*, **10**, (2008) 293-304.
- [75] Lesh, R., Lehrer R., “Models and Modelling Perspectives on the Development of Students and Teachers”, *Mathematical Thinking and Learning*, **5**, (2003) 109-129.
- [76] Lesh R., Harel G., “Problem Solving, Modeling, And Local Conceptual Development”, *Mathematical Thinking and Learning*, **5 (2&3)**, (2003) 157-189.
- [77] English, L., Lesh R., Ends-in-view Problems. In R.Lesh ve H.M.Doerr (Eds.) *Beyond Constructivism: Models and Modelling Perspectives on Mathematics Teaching, Learning and Problem Solving*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates,Inc, (2003)
- [78] Middleton J.A., Lesh R., Heger M., Interest, Identity, and Social Functioning: Control Features of Modelling Activity. In R. Lesh ve H.M. Doerr (Eds.) *Beyond Constructivism Models and Modelling Perspectives on Mathematics Teaching, Learning and Problem Solving*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. (2003)
- [79] Kim S.H., Kim K., Y., “Analysis of Types and Roles of Reasoning Used in the Mathematical Modelling Process”, *Journal of Korea Society of Educational Studies in Mathematics: School Mathematics*, **6 (3)**, (2004) 283-299.
- [80] Stillman G., Galbraith P., Brown J., Edwards I., A Framework for Success in Implementing Mathematical Modelling in the Secondary Classroom. *Mathematics: Essential Research. Essential Practice*, **2**, (2007) 688-697.

- [81] Blum W., Galbraith P.L., Henn H.W., Niss M., Modelling and Applications in Mathematics Education, In W.Blum, P.Galbraith, H-W. Henn ve M. Niss (Eds.) Modelling and Applications in Mathematics Education: 14th ICMI Study New York: Springer, (2007)
- [82] Ikeda T., Possibilities for and Obstacles to Teaching Applications and Modelling in the Lower Secondary Levels. In W.Blum, P.Galbraith, H-W. Henn ve M. Niss (Eds.) Modelling and Applications in Mathematics Education: 14th ICMI Study New York: Springer, (2007) 457-462.
- [83] Smith, D.N., Necessary J.R., "Assesing the Computer Literacy of College Students", *Journal of Research on Computing in Education*, **117**, (1996) 231-237.
- [84] Shalberg P., Berry J., "One and One is Sometimes Three in Small Group Mathematics Learning", *Asia Pacific Journal of Education*, **22 (1)**, (2002) 82-94.
- [85] Hodgson T.R., Students' Ability to Visualize Set Expressions: An Initial Investigation, *Educational Studies in Mathematics*, **30(2)**, (1996) 159- 178.
- [86] Hodgson, T., "Secondary Mathematics Modelling: Issues and Challenges", *School Science and Mathematics*, **7**, (1995), 351-358.
- [87] Charles, R., Lester F., Teaching Problem Solving: What, Why &How?. Polo Alto,CA: Dak Seymour Publications, (1982)
- [88] Taner H., Jones, S., Using Peer and Self-Assesment to develop Modelling Skills with aged 11-16: A Socio-constructive Perspective. *Educational Studies in Mathematics*, **27**, (1994) 413-431.
- [89] Schoenfeld, A.H., What's All the Fuss about Metacognition? In A.H. Schoenfeld (Eds.) Cognitive Science and Mathematics Education, Hillsdale (NJ): Lawrance Erlbaum Associates, (1987) 189-215.

- [90] Noddings, N., Constructivism in Mathematics Education. In R.B. Davis, C. Maher ve N. Noddings (Eds.). *Constructivist Views on the Teaching and Learning of Mathematics* ( Journal for Research in Mathematics Education, Monograph Number 4). Reston, VA: National Council of the Teachers of Mathematics, (1990)
- [91] DeBellis V.A., Goldin G.A., Affect and Meta Affect in Mathematical Problem Solving: A Representational Perspective. *Educational Studies in Mathematics*, **63**, (2006) 131-147.
- [92] McLeod D.B., Research on Affect and Mathematics Education: A Reconceptualization. In D.A. Grouws (Eds.) *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, New York: Macmillan, (1992) 576-596.
- [93] McLeod D.,B., “Research on Affect and Mathematics Learning in the JRME: 1970 to present”, *Journal for Research in Mathematics Education*, **24**, (1994) 637-647.
- [94] Goldin G.A., Affect, Meta-Affect, and Mathematical Belief Structures. In G.C. Leder,E Pehkonen, G. Törner (Eds.). *Beliefs : A Hidden Variables in Mathematics Education?*, Dardrecht: Kluwer Academic Publishers. (2002) 59-72.
- [95] Goldin, G.A., Rösken B., Törner G., Beliefs- No Longer a Hidden Variable in Mathematical Teaching and Learning Processes. In J. MaaB, W. Schlöglmann (Eds.) *Beliefs and Attitudes in Mathematics Education*. Rotterdam: Sense Publishers, (2009)
- [96] Hannula, M.S., Affect in Mathematical Thingking and Learning. Unpublished Doctoral Dissertations. Turun Yliopisto: Turun Yliopistan Julkaisuja Annales Universitatis Turkuensis, (2004)

- [97] Furinghetti ,F., Pehkonen E., “A Comperative Study of Students’ Beliefs Concerning Their Autonomy of Doing Mathematics” ,*Nordisk Matematikkdidaktikk (NOMAD)*, **8(4)**, (2000) 7-26.
- [98] Pehkonen E., Pietilä A., On Relationships Between Beliefs and Knowledge in Mathematics Education. European Society for Research in Mathematics Education (CERME-3). Bellaris, Italy, (2003) [http://www.dm.unipi.it/~didactical/CERME/draft/proceedings-draft/TG\\_draft/](http://www.dm.unipi.it/~didactical/CERME/draft/proceedings-draft/TG_draft/) Erişim Tarihi : 21/07/2010 Saat: 22:14.
- [99] Pehkonen E., Safuanov I., “Pupils’ Views of Mathematics Teaching in Finland and Tatarstan”, *Nordisk Matematikkdidaktikk (NOMAD)*, **4(4)**, (1996) 31-59.
- [100] Carter G., Norwood K.S., “The Relationship Between Teacher and Students Beliefs about Mathematics”, *School Science and Mathematics*, **97(2)**, (1997) 62-67.
- [101] Schoenfeld A.H., *Mathematical Problem Solving*. San Diego, CA: Academic Pres, (1985)
- [102] Pajares M.F., Teachers’ Beliefs and Educational Research: Cleaning up a Messy Construct. *Review of Educational Research*, **62(3)**, (1992) 307-332.
- [103] Underhill, R., "Focus on Research into Practice in Diagnostic and Prespective Mathematics: Mathematics Learners’ Beliefs: A Review". *Focus on Learning Problems in Mathematics*, **10(1)**, (1988) 55-59.
- [104] McLeod D.B., “Affective Issues in Mathematical Problem Solving: Some Theoretical Consederations”, *Journal for Research in Mathematics Education*, **19**, (1988) , 134-141.
- [105] Garofalo J., “Beliefs and Their Influence on Mathematical Performance” *Mathematics Teacher*, **82**, (1989) 502-505.

- [106] Grigutsch S., On Pupils' Views of Mathematics and Self-Concept: Development, Structures and Factors of Influence. In E. Pehkonen, G. Törner (Eds.). *The State-of-Art in Mathematics- Related Beliefs Research, Results of Mavi Activities*. University of Helsinki. Department of Teacher Education Report, 95, (1998) 169- 197.
- [107] Thompson A., Teachers' Beliefs and Conceptions: A Synthesis of the Research. In A.D. Grouws (Eds.) *Handbook of Research on Mathematics Learning and Teaching* New York: MacMillan, (1992) 127-146.
- [108] Schoenfeld A.H., Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, and Sense Making in Mathematics. In O.A. Groucus (Eds.) *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, New York: Macmillan, (1992) 334-370.
- [109] Kauffman D.F., "Self-Regulated Learning in Web-Based Enviroments: Instructional Tools Designed to Facilate Cognitive Strategy Use, Metacognitive Processing and Motivational Beliefs", *Journal of Educational Computing Research*, **3(1)**, (2004) 139-161.
- [110] Leong J.L., High School Students Attitudes and Beliefs Regarding Statistics Course. Unpublished Doctoral Dissertation. Atlanta: Georgia State University, (2006)
- [111] Hassi M.L., Laursen S., Studying Undergraduate Mathematics Exploring Beliefs, Experiences and Gaints. North American Chapter of International Group fort he Psychology of Mathematics Education, Atlanta, (2009)
- [112] Kloosterman P., Raymond A.M., Emaneker K., "Students Beliefs About Mathematics : A Three-year Study", *Elemantary School Journal*, **97**, (1996) 39-54.

- [113] Suther V., Tarmizi R.A., "Effects of Students' Beliefs on Mathematics and Achievement of University Students: Regression Analysis Approach", *Journal of Social Sciences*, **6(2)**, (2010), 146-152.
- [114] Mason L., Scrivani L., "Enhancing Students Mathematical Beliefs an Intervention Study", *Learning and Instruction*, **14**, (2004) 154-176.
- [115] NCTM., Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics. Reston V.A.: Author. (1989), <http://standards.nctm.org>
- [116] Barnes M., "Understanding Math Anxiety", *Vinculum*, **21(2)**, (1984), 14-19.
- [117] Sapir S., Aronson A.E., "The Relationship Between Psychopathology and Speech and Language Disorder in Neurological Patients", *Journal of Speech Hearing Disorders*, **55**, (1990) 503-509.
- [118] Kyosti J., Trait and Test Anxiety in the Fl Classroom. ERIC: Ed. 345551. (1992)
- [119] Geen R.G., "Test Anxiety and Visual Vigilance" *Journal of Personality and Social Psychology*, **49 (4)**, (1985) 963-970.
- [120] Ashcraft M., Faust M., Mathematics Anxiety and Mental Arithmetic Performance: An Exploratory Investigation. *Cognition and Emotion*, **8(2)**, (1994), 97-125.
- [121] May R., The Meaning of Anxiety. New York: Norton. (1996)
- [122] Baloğlu M., Üniversites Öğrencilerinin Matematik Kaygı Düzeyleri Açısından Karşılaştırılması, XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayında Sunulan Bildiri, (2004) 6-10 Temmuz, Malatya, Türkiye.



- [123] McKee D.K., Reducing Math Anxiety Through Teaching and Learning Styles. Master of Education Thesis, Weber State University (2002)
- [124] Gierl M.J., Bisanz J., "Anxieties and Attitudes Related to Mathematics in Grade 3 and 6", *Journal of Experimental Education*, 63(2), (1995) 139-158.
- [125] Mitchell C.E., Math Anxiety: What it is and What to do about it, Tepme: Action, (1987)
- [126] Stuart V., "Math Curse or Math Anxiety?" *Teaching Children Mathematics*, 6(5), (2000) 330-335.
- [127] Hodges H. Learning Styles: Rx for mathophobia, *Arithmetic Teacher*, Volume 30(7), (1983) 17-20.
- [128] Tobias S. Overcoming Math Anxiety. New York: Norton. (1993)
- [129] Martinex J.G., "Preventing Math Anxiety: A Prescription", *Academic Thearphy*, 23(2), (1987) 117-125.
- [130] Newstead K., Aspects of Children Maths Anxiety. *Educational Studies in Mathematics*, 36(1), (1998) 53-57.
- [131] Goleman D., Emotional Intellegence. London: Bloomsbury. (1996)
- [132] Skemp R., The Psychology of Learning Mathematics. Harmondsworth: Penguin. (1986)
- [133] Wells D., "Anxiety Insight and Appreciation", *Maths Teaching*, 147, (1994) 8-11.

- [134] Vacc N.N., *Implementing the Professional Standards for Teaching Mathematics: Teaching and Learning Mathematics Through Classroom Discussion*. (1993)
- [135] Greenwood J., "My Anxieties about Math Anxiety", *Mathematics Teacher*, **77**, (1984), 662-663.
- [136] Frankenstein M., "Overcoming Math Anxiety by Learning about Learning", *Mathematics and Computer Education*, **18(3)**, (1984) 169-180.
- [137] Ma, X., "A Meta-analysis of the Relationship Between Anxiety Towards Mathematics and Achievement in Mathematics", *Journal for Research in Mathematics Education*, **30(5)**, (1999) 520-540.
- [138] Dodd A., "Insight from a Math Phobic", *The Mathematics Teacher*, **85(4)**, (1992) 296-299.
- [139] Newbill P.L., *Instructional Strategies to Improve Women's Attitudes towards Science*. Unpublished doctoral dissertation. Faculty of Virginia Polytechnic Institute, State University (2005)
- [140] Greenwald A.G., Why Attitudes are important: Defining and attitude theory 20 years later. In A.R. Pratkanis, S.J. Breckler ve A.G. Greenwald (Eds.). *Attitude Structure and Function*, 429-440. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, (1989).
- [141] Bohner G., Wänke M., *Attitudes and Attitude Change*. New York: Psychology Pres, Taylor&Francis Group (2002)
- [142] Petty R.E., Cacioppo J.T., "The Elaboration Likelihood Model of Persuasion", In L.Berkowitz (Eds.). San Diego, CA: Academic Press. *Advances in Experimental Social Psychology*, **19**, (1986) 123-205.

- [143] Kamradt T.F., Kamradt E.J., Structured Design for Attitudinal Instruction. In C.M. Reigeluth (Eds.). *Instructional-design Theories and Models: A New Paradigm of Instructional Theory Theory* (Vol.2 pp.563-590). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum. (1999)
- [144] Hart L., Describing the Affective Domain: Saying What We Mean. In D.B. McLeod ve J. Adams (Eds.) *Affect and Mathematical Problem Solving*, New York: Springer Verlag. (1989) 37-45.
- [145] Daskalogianni K., Simpson A., Towards a Definition of Attitude: The Relevance of Students' Mathematical Beliefs for Mathematics Education. In B.K. Hofer ve P.R. Pintrich (Eds.) *Personal Epistemology. The Psychology of Beliefs About Knowledge and Knowing*, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, (2000) 297-320,
- [146] Ajzen I., Attitude Structure and Behaviour. In A.R. Pratkanis, S.J. Breckler ve A.G. Greenwald (Eds.) *Attitude Structure and Function*, Hillsdale,NJ: Lawrence Erlbaum Associates, (1989) 24-274.
- [147] Zan R., Martino P.D., "Attitudes Towards Mathematics: Overcoming Positive/Negative Dichotomy" *The Montana Mathematics Enthusiasts Monograph*, **3**, (2007) 157-168.
- [148] Akinsola M.K., Olowojaiye F.B., "Teacher Instructional Methods and Student Attitudes Towards Mathematics, *International Electronic Journal of Mathematics Education*, **3(1)**, (2008) 60-72.
- [149] Sayers, R., "Gender Differences in Mathematics Education in Zambia", *Educational Studies in Mathematics*, **26**, (1994), 389-403.
- [150] Tocci C.M., Achievement, "Parental,Support and Gender Differences in Attitudes Towards Mathematics", *Journal of Educational Research*, **84 ( 5)**, (1991) 280-286.

- [151] Rounds J.B., Hendel D., "Mathematics Anxiety and Attitudes Towards Mathematics", *Journal of Educational Research*, **84(5)**, (1980) 280-286.
- [152] Ludlow L.H., Bell K.N., "Psychometric Characteristics of the Attitudes Towards Mathematics Its Teaching Scale", *Educational and Psychological Measurement*, **56(5)**, (1996) 864-880.
- [153] Aiken L.R., "Attitudes towards Mathematics", *Review of Educational Research*, **40 (4)**, (1970), 551-596.
- [154] Leder G., "Attitudes to Mathematics", *Mathematics Education Research Journal*, **4(3)**, (1992) 1-7.
- [155] Bramald R., Hardman F., Leat D., "Initial Teacher Trainees and Their Views of Teaching and Learning", *Teacher and Teacher Education*, **11 (1)**, (1985) 23-31.
- [156] Aiken L.R., "Attitudes Towards Mathematics", *Review of Educational Research*, **40(February)**, (1980),.
- [157] Bloom B.S., İnsan Nitelikleri ve Okulda Öğrenme. Çev.: D.A. Özçelik. Ankara: Milli Eğitim Basımevi. (1979)
- [158] Meyer M., Koehler M., Internal Influences on Gender Differences in Mathematics. In E. Fennema, G. Leder (Eds.) *Mathematics and Gender*, New York. Teacher College Pres, (1990)
- [159] Frank M., "What Myths about Mathematics are Held and Conveyed by Teachers", *Arithmetic Teacher*, **37 (5)**, (1990) 10-12.
- [160] MaaB K., "Barriers and Opportunities for the Integration of Modelling in Mathematics Classes: Results of an Empirical Study". *Teaching Mathematics and Its Applications*, **24 (2-3)**, (2005), 61-73.

- [161] Kaiser G., MaaB K., Modeling in Lower Secondary Mathematics Classroom: Problems and Opportunities. In W. Blum, P. Galbraith (Eds.) Modelling and Applications in Mathematics Education. New ICMI Study Serias, Volume 10, Part 2, (2007) 99-108.
- [162] Neil, N.T., MAPLE-Methodology,Modelling and Matrices. In P. Galbraith, W.Blum, G.Booker ve L.D. Huntley (Eds.) Mathematical Modelling, Teaching and Assesment in a Technology-Rich World. Horwood Publishing, Chichester, (2003)
- [163] Galbraith P., Izard J., Christopher H., How do Students' Attitudes to Mathematics Influence the Modelling Activity? In P. Galbraith, W.Blum, G.Booker ve L.D. Huntley (Eds.) Mathematical Modelling, Teaching and Assesment in a Technology-Rich World. Horwood Publishing, Chichester, (2003)
- [164] Eiselen, R.J., Predicting Achievement in Mathematics At Tertiary Level, (2008). <http://hdl.handle.net/10210/547> Erişim Tarihi: 10/08/2010. Saat: 21:53.
- [165] Solso R.L., Maclin M.K., Maclin O.H., Bilişsel Psikoloji. Çev.: Ayşe Ayçiçeği-Dinn. Bayrak Matbaası: İstanbul, (2010)
- [166] Adams J.W., "Individual Differences in Mathematical Ability: Genetic, Cognitive and Behavioural Factors", *Journal of Research in Special Educational Needs*, 7 (2), (2007) 97-103.
- [167] Evans J.R., Creative Thinking in the Decision and Management Sciences. Cincinnati, Ohio: South-Western Publishing (1991)
- [168] Olkun S., Toluk Z., İlköğretim 1-5 Sınıfları Matematik Ders Kitaplarının Aritmetik İşlemlerin Çeşitli Anlamları Açısından İncelenmesi: Toplama ve Çıkarma. X.Ulusal Eğitim Bilimlerinde Sunulmuş Bildiri, (2001) 7-8 Haziran, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.

- [169] Çömlekoğlu G., Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Becerilerine Hesap Makinesinin Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, Balıkesir, (2001)
- [170] Altun M., Matematik Öğretimi (İlköğretim İkinci Kadamede), Erkam Matbaası, Bursa, (2002)
- [171] Ersoy, Y. “Teknoloji Destekli Matematik Eğitimi-1 Gelişmeler, Politikalar ve Stratejiler”, *İlköğretim-Online*, **2(1)**, (2003) 18.  
<http://www.ilkogretim-online.org.tr>
- [172] Zawojeski, J., Lesh R., A Models and Modelling Perspective on Problem Solving. In R. Lesh ve H.M. Doerr (Eds.). Beyond Constructivism: Models and Modelling Perspective on Mathematics Teaching, Learning and Problem Solving. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., (2003)
- [173] Fisher, R. Teaching Children to Think Cheltenham, UK: Stanley Thorne’s (Publishers) Ltd., (1995)
- [174] Eryvnyck, G. Advanced Mathematical Thinking. Hingham, MA, USA: Kluwer Academic Publishers, 42-53, (1991)
- [175] Schoreder T.L., Lester F.K., Developing Understanding in Mathematics via Problem Solving. New Directions for Elementary School Mathematics. Reston: National Council of Teachers of Mathematics, (1989)
- [176] National Council Research, Adding it up. Washington D.C.: National Academy Press., (2001)
- [177] Bay J.M., Linking Problem Solving to Student Achievement in Mathematics: Issues and Outcomes. *Journal of School Improvement*, **1 ( 2)**, (2000) 8-13.

- [178] Capraro M., Defining Constructivism: Its Influence on the Problem Solving Skills of Students. Paper Presented at the Annual Meeting of the Southwest . Educational Research Association, New Orleans, LA, (2001)
- [179] Stanley S.S., “Revitalizing Precalculus with Problem-based Learning” *Journal of General Education*, **51 (4)**, (2002) 306-315.
- [180] Elliott B., Oty K., McArthur J., Clark B., “The Effect of Interdisciplinary Algebra/Science Course on Students’ Problem Solving Skills and Attitudes towards Mathematics”, *Journal of Mathematical Education in Science and Teachnology*, **32 (6)**, (2000) 811-816.
- [181] Jarrett D., “Problem Solving: Getting to the Hearth of Mathematics”, *Northwest Teacher*, **1 (1)**, (2000) 8-10.
- [182] Smilansky J., “Problem Solving and Quality of Invention: An Emperical Investigation”, *Journal of Educational Psychology*, **76 (3)**, (1984) 377-386.
- [183] Niss M., Mathematical Competencies and Learning of Mathematics: The Danish KOM Project. In A. Gagtsis ve Papastavridis (Eds.): 3rd Mediteranean Conference on Mathematical Education. (2004), 3-5 January 2003, Athens, Greece. Pp. 115-124. Athens: The Hellenic Mathematical Society, (2003)
- [184] Niss M., Blum W, Galbraith P., How to Replace the Word Problems. In W.Blum, P.Galbraith, H-W. Henn ve M. Niss (Eds.) *Modelling and Applications in Mathematics Education: 14th ICMI Study*, New York: Springer, (2007) 3-32.
- [185] MaaB K., “What are Modelling Competencies?” *Zenrblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, **38 (2)**, (2006) 113-142.
- [186] Blum W., Kaiser G., Verleichende Empirische Untersuchungen zu Mathematischen Anwendungsfähigkeiten von Englischen und Deutschen Lernenden. Unpublished Application to Deusche Forschungsgesellschaft, (1997)

- [187] Borromeo-Ferri R., “Theoretical and Empirical Differentiations of Phases in the Modelling Process”, *Zenrtablatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, **38 (2)**, (2006) 86-95.
- [188] Lepp, H., Computer Assisted Instruction in Geology, ERIC Document, (1981)
- [189] Seng S., Choo L.M., Primary School Students’ Anxiety and Attitudes Towards Computer- Based Learning. Paper Presented at the Asian Workshop on Child and Adolescent Development, (1997) September 22-25, 9th Brunei, ERIC Document.
- [190] Loyd B.H., Gressard C., The Effects of Sex, Age and Computer Experience on Computer Attitudes. Paper Presented at the Annual Meeting of the Eastern Educational Association West Palm Beach, February. ERIC Document ED 246878, (1984)
- [191] Necessary J., Parish T., “The Relationship Between Computer Usage and Computer Related Attitudes and Behaviours”, *Education*, **116 (3)**, (1996) 384-387.
- [192] Geissler J.E., Horridge P., “University Students’ Computer Knowledge and Commitment to Learning”, *Journal of Research on Computing in Education*, **25 (3)**, (1993) 347-365.
- [193] Francis L.J., “The Socio-Psychological Profile of the Teenage Television Addict”, *Muslim Education Quarterly*, **15**, (1997) 4-19.
- [194] Alshare K., Al-Dwairi M., Akour Í. , “Student-Instructor Perception of Computer Technologies in Developing Countries: The Case of Jordan”, *The Journal of Computer Information Systems*, 43(4), (2003) 115-123.
- [195] Santhanam E., Leach C. , University Students’ Pertions of Information Technology, (2000) <http://Isn.Curtin.edu.au/tlf2000/santhanam1.html>.



- [196] Zin N.A.M., Zaman H.B., Judi H.M., Mutki N.A., Amin H.M., Sahran S., Ahmad K., Ayob M., Abdullah S., Abdullah Z., "Gender Differences in Computer Literacy Level Among Undergraduate Students in University Kebangsaan Malaysia (UKM)", *EJISDC*, **1 (3)**, (2000), 1-8.
- [197] Grouws D.A., Cebulla K.J., Improving student achievement in mathematics. International Academy of Education. Educational Practice Series-4, UNESCO. (2000)
- [198] Pomerantz H., The Role of Calculators in Mathematics Education. Rice University. Prepared for the Urban Systematic Initiative/Comprehensive Partnership for Mathematics and Science Achievement (USI/CMPSA) Superintendents Forum Dallas, Texas, (1997) December 4.
- [199] Burrill G., Allison J., Breax G., Lastberg S., Leathem K. Ve Sanchez W., Handheld Graphing Technology at the Secondary Level: Research Findings and Implications for Classroom Practice. Dallas, Texas : Texas Instruments, (2002)  
[http://education.ti.com/educationportal/sites/US/nonproductsingle/research\\_bibliography.html](http://education.ti.com/educationportal/sites/US/nonproductsingle/research_bibliography.html)
- [200] Ellington A.J., "A Meta Analysis of Effects of Calculators on Students' Achievement and Attitude Levels in PreColloge Mathematics Classes", *Journal for Rsearch in Mathematics Education*, **34(5)**, (2003) 433-463.
- [201] Reznichenko N., Learning with Graphing Calculator (GC): GC as a Cognitive Tool. Paper Presented at the Annual EERA Conference, Clearwater, FA, (2007) February.
- [202] Kennedy D., "AP Calculus and Technology: A Retrospective", *The Mathematics Teachers*, **95(8)**, (2002) 576-581.

- [203] Edwards M.T., "Visualizing Transformations: Matrices, Handheld Graphing Calculators, and Computer Algebra Systems", *The Mathematics Teacher*, **96 (1)**, (2003), 48-51.
- [204] Dick T.P., Dion G.S., Wright C.L., "Collaborative Workshops and Student Academic Performance in Introductory College Mathematics Courses: A Study of a Treisman Model Math Excel Program", *School Science and Mathematics*, Volume **100 (7)**, (2003) 365-373.
- [205] Santos-Trigo M., Students' Use of Mathematical Representations in Problem Solving. *Mathematics and Computer Education*, **36 (2)**, (2002) 101-114.
- [206] Smith K.B., "Assessing the use of Graphing Calculators in College Algebra: Reflecting on Dimensions of Teaching and Learning", *School Science and Mathematics*, **97(7)**, (1997) 368-376.
- [207] O'Callaghan B., Calculators, Attitudes and Success. Electronic Proceeding of the Tenth Annual Meeting of the International Conference on Technology in Collegiate Mathematics, (1998), [on-line] [http:// archives.math.utk.edu/ICTCM / VOL10/C019/paper.pdf](http://archives.math.utk.edu/ICTCM/VOL10/C019/paper.pdf)
- [208] Hollar J.C., Norwood K., "The Effects of Graphing- Approach Intermediate Algebra Curriculum on Students' Understanding of Function", *Journal for Research in Mathematics Education*, **30 (2)**, (1999) 220-226.
- [209] Ferruci B.J., "Technology-active Mathematical Learning", *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, **34 (5)**, (2003) 663-670.
- [210] Ferruci B.J., Carter J.A., "Technology-active Mathematical Modelling", *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, **34(5)**, (2006) 663-670.

- [211] Kadjevich D., Haapasalo L., ve Hvrovecky J.J., “Using Technology in Applications and Modelling”, *Teaching Mathematics and Its Applications*, Volume **24 (2-3)**, (2005) 114-122.
- [212] Kadjevich D., Basic requirements for the design and assessment of a computer-based course on mathematical modelling. In N. Mladenović & Đ. Dugo ija (Urd.), *SYM-OP-IS 2003 - Zbornik radova* (str. 485-488). Beograd: Matematički institut SANU. <http://www.mi.sanu.ac.rs/~djkadij/djksymopis03.pdf>, (2003)
- [213] Lingefjård T., “Teaching and Assessing Mathematical Modelling” *Teaching Mathematics and Its Applications*, **21 ( 2)**, (2002) 75-83.
- [214] Zbiek, R. M., “Prospective teachers' use of computing tools to develop and validate functions as mathematical models”, *Journal for Research in Mathematics Education*, **29( 2)**, (1998) 184-201.
- [215] Doerr, H. M., Tripp, J. S., “Understanding how students develop mathematical models”, *Mathematical Thinking and Learning*, **1 ( 3)**, (1999), 231-254.
- [216] Crouch R., Haines C. , “Mathematical Modelling: Transitions between the Real World and the Mathematical Model”, *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*, **35( 2)**, (2004) 197-206.
- [217] Nyman M., Berry J., “Developing Transferable Skills in Undergraduate Mathematics Students through Mathematical Modelling”, *Journal of Teaching Mathematics and Its Applications*, **21 ( 1)**, (2002) 29-46.
- [218] Taner H., Jones S., “Assessing Children’s Mathematical Thinking in Practical Modelling Situations”, *Teaching Mathematics and Its Applications*, **21 ( 4)**, (2002) 14-159.

- [219] Iversen S.M., Larson C.J., “Simple Thinking Using Complex Math vs. Complex Thinking using Simple Math- A Study using Model Eliciting Activities to Compare Students’ Abilities in Standardized Tests to Their Modelling Abilities”, *Zentrablatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, **38 (3)**, (2006) 281-291.
- [220] Pierce R., Stacey K., “Enhancing the Image of Mathematics by Association with Simple Pleasures from Real World Contexts”, *Zentrablatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, **38 (3)**, (2006) 214-224.
- [221] Doerr, H.M., “Teachers’ Ways of Listening and Responding to Students’ Emerging Mathematical Models”, *Zentrablatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, **3**, (2006) 255-267.
- [222] Keskin Ö.Ö., Arıkan A., Bulut S., Ortaöğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Yapabilme Becerileri. 7. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 1204-1208, (2006) 7-9 Eylül Ankara.
- [223] Didiş N., Kaltakçı D., Fizik Öğretmenliği Öğrencilerinin Yerçekimi Kavramına İlişkin Durumları Açıklarken Matematiksel Modelleri Yorumlayabilmeleri, 7.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi 926-930, (2006) 7-9 Eylül 2009 Ankara.
- [224] Perry Z.H., Todder D., “Change in Senior Medical Students’ Attitudes towards the Use of Mathematical Modelling as a Means to Improve Research Skills”, *Teaching Mathematics and Its Applications*, **28**, (2009) 88-100.
- [225] Güzel E.B., Uğurel I., “Matematik Öğretmen Adaylarının Analiz Dersi Başarıları ile Matematiksel Modelleme Yaklaşımları Arasındaki İlişki” *On Dokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, **29(1)**, (2010) 69-90.
- [226] Taşova H.İ., Delice A., Matematik Öğretmen Adaylarının KRUTETSKII Düşünme Yapıları Bağlamında Modelleme Etkinliklerindeki Performanslarının

İncelenmesi. 9.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. Dokuz Eylül Üniversitesi, (2010) 23-25 Eylül, İzmir

[227] Eraslan A., İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Model Oluşturma Etkinlikleri Üzerinde Düşünme Süreçleri. 9. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. Dokuz Eylül Üniversitesi, (2010) 23-25 Eylül, İzmir

[228] Korkmaz E., İlköğretim Matematik ve Sınıf Öğretmeni Adaylarının Matematiksel Modellemeye Yönelik Görüşleri ve Matematiksel Modelleme Yeterlikleri, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, Balıkesir, (2010)

[229] Patton M.Q., Qualitative Evaluation and Research Methods (2.baskı) Newbury Park, Ca: Sage. (1990)

[230] Patton M.Q., How to use Qualitative Methods in Evaluation. Newbury Park, CA:Sage. (1987)

[231] Creswell J.W., Research Design Qualitative & Quantative Approaches. Thousand Oaks, CA: Sage. (1994)

[232] Kaptan S., Bilimsel Araştırma ve İstatistik Teknikleri. Ankara: Tekışık Web Ofset Tesisleri. (1998).

[233] Yıldırım A., Şimşek H., Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri. Ankara: Seçkin Yayıncılık. (2006)

[234] Milli Eğitim Bakanlığı Fen Liseleri Yönetmeliği. <http://mevzuat.meb.gov.tr/html/50.html>, Erişim Tarihi: 12.02.2011

[235] Baykul Y., İlkokul Beşinci Sınıftan Lise ve Dengi Okulların Son Sınıflarına Kadar Matematik ve Fen Derslerine Karşı Tutumda Görülen Değişmeler ve Öğrenci

Seçme Sınavındaki Başarı İle İlişkili Olduğu Düşünülen Bazı Faktörler, Ankara ÖSYM Yayınları., (1990)

[236] Quillen M.A., Relationships amongs Prospective Elementary Teachers' Beliefs about Mathematics, Mathematics Content Knowledge, and Previous Mathematics Course Experience. Unpublished Doctoral Dissertation. Blacksburg, Virginia: Virginia Polytechnic Enstitute, State University, (2004)

[237] Schoenfeld A.H., Students' Beliefs about Mathematics and Their Effects on Mathematical Performance: A Questionnaire Analysis. American Educational Research Association. Chicago: Spencer Education, (1985)

[238] Kloosterman P., Stage F.K., "Measuring Beliefs about Mathematical Problem Solving", *School Science and Mathematics*, **92 (3)**, (1992) 109-115.

[239] Aksu M., Demir D.E., Sümer H.Z., "Öğrencilerin Matematik Hakkındaki İnançları: Betimsel Bir Çalışma", *Eğitim ve Bilim*, **27(113)**, (2002) 72-77.

[240] Op't Eynde P., DeCorte E., Students' Mathematics Related Belief Systems: Design and Analysis of a Questionnaire. The Relationship Between Students' Epistemological Beliefs, Cognition and Learning Symposium. American Educational Research Association, Chicago, (2003)

[241] Tavşancıl, E., Tutumların Ölçülmesi ve SPSS ile Veri Analizi. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, (2002)

[242] Büyüköztürk Ş., Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı. Pegem Akademi, Ankara, (2009)

[243] Özdamar K., Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi. Kaan Kitabevi, Ankara, (2004)

- [244] Balcı A., Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntem, Teknik ve İlkeler. Pegema Yayıncılık, Ankara, 3.Baskı, (2000)
- [245] Şencan H., Sosyal ve Davranışsal Ölçümlerde Güvenirlilik ve Geçerlilik. Seçkin Yayınları, Ankara, (2005)
- [246] Bayram N., Sosyal Bilimlerde SPSS ile Veri Analizi. 4 Nolu Matbaacılık Ltd.Şti, Bursa, (2004)
- [247] Özgüven E., Psikolojik Testler. Yeni Doğu Matbaası, Ankara, (1994)
- [248] Tekin H., Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme. Yargı Yayınları No:17, Ankara, (1996)
- [249] Turgut M.F. Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Metodları. Gül Yayınevi, Ankara, (1997).
- [250] Yıldırım C., Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme. ÖSYM Yayınları. 1996-4, Ankara, (1999)
- [251] Baloğlu M., Zelhart P.F., “Psychometric Properties of Revised Mathematics Anxiety Rating Scale”, *The Psychological Report*, **57**, (2007) 593-611.
- [252] Baloğlu M., Matematik Kaygısını Derecelendirme Ölçeği'nin Türkçeye Uyarlanması: Dil Geçerliliği ve Ön Psikometrik İncelemesi, *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, **5 (1)**, (2005) 7-30.
- [253] Loyd B.H., Gressard C., “The Reliability and Validity of an Instrument for the Assessment of Computer Attitudes”, *Educ. Psychol. Meas.*, **45 (4)**, (1985) 903-908.
- [254] Berberoğlu G., Çalikoğlu G., “Türkçe Bilgisayar Tutum Ölçeğinin Yapı Geçerliliği”, *Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, **24 (2)**, (1992) Ankara Üniversitesi Yayınları, Ankara.

- [255] Lanier S.M., Students' Understanding of Linear Modelling in a College Mathematical Course. Unpublished Doctoral Dissertation, Graduate Faculty of the University of Georgia, Athenas, Georgia, (1999)
- [256] Henning H., Keune M., Levels of Modelling Competencies. In W.Blum, P.Galbraith, H-W. Henn ve M. Niss (Eds.) Modelling and Applications in Mathematics Education: 14th ICMI Study, New York: Springer, (2007) 225-232.
- [257] Preston R.V., Mathematical Modelling in the Secondary School: Possibilities and Constraints. Unpublished Doctoral Dissertation. Faculty of the University of Graduate School, Indiana University, (1997)
- [258] Keck H.L., The Development of an Analytic Scoring Scale to Assess Mathematical Modelling Projects. Unpublished Doctoral Dissertation. Montana University, (1996)
- [259] Gay L.R., Airasan P. Educational Research. In K.M. Davis (Eds.). New Jersey: Prentice-Hall, Inc. (2000)
- [260] Kuş E., Sosyal Bilimlerde Bilgisayar Destekli Nitel Veri Analizi. Anı Yayıncılık, Ankara, (2006).
- [261] Johnson B., Christensen L., Educational Research Quantative, Qualitative and Mixed Approaches. (2nd Edition). Boston: Pearson Education Inc. , (2004)
- [262] Akturan U., Hatemoğlu G., Alt Teori. T.Baş, U. Akturan Editörlüğünde. Nitel Araştırma Yöntemleri NVivo 7.0 İle Nitel Veri Analizi, ss.63-81. Seçkin Yayınevi Ankara, (2008)
- [263] Gibbs G.R., Qualitative Data Analysis: Explorations with NVivo. Open University, Buckingham, (2002)



[264] Kuş Sailard E., “Systematic Versus Interpretive Analysis with Two CAQDAS Packages: NVivo and MaxQDA”, *Forum Qualitative Social Research Sozial Forschung*, **12 (1)**, (2011) 34.