
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

# BÜTÜN-PARÇA -BÜTÜN ÖĞRENME MODELİNİN FARKLI MATEMATİKSEL İNANÇLARA SAHİP İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİKLERİNE ETKİSİ

**Gürcan Kaya**

**DOKTORA TEZİ**
**İLKÖĞRETİM ANA BİLİM DALI**
**MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ**

**EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ARALIK, 2018**

# TELİF HAKKI ve TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren yirmi dört (24) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

## YAZARIN

Adı : Gürcan

Soyadı : KAYA

Bölümü : İlköğretim Ana Bilim Dalı Matematik Öğretmenliği Bilim Dalı

İmza :

Teslim tarihi : 20/12/2018

## TEZİN

Türkçe Adı : Bütün-parça-bütün öğrenme modelinin farklı matematiksel inançlara sahip ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerine etkisi

İngilizce Adı : The effects of whole-part-whole learning model on mathematical modelling competencies of preservice middle school mathematics teachers with different mathematical beliefs

# ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

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

**Yazar Adı Soyadı: Gürcan KAYA**

**İmza:**

# JÜRİ ONAY SAYFASI

Gürcan Kaya tarafından hazırlanan "Bütün-parça-bütün öğrenme modelinin farklı matematiksel inançlara sahip ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerine etkisi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Matematik Öğretmenliği Bilim Dalı'nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Yüksel DEDE …….

(İlköğretim Matematik Eğitimi, Gazi Üniversitesi)

Başkan: Prof. Dr. Erdinç ÇAKIROĞLU …….

(İlköğretim Matematik Eğitimi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi)

Üye: Prof. Dr. Ziya ARGÜN …….

(Matematik Eğitimi, Gazi Üniversitesi)

Üye: Doç. Dr. Nusret KAVAK …….

(Kimya Eğitimi, Gazi Üniversitesi)

Üye: Dr. Öğretim Üyesi Işıl İŞLER BAYKAL …….

(İlköğretim Matematik Eğitimi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi)

Tez Savunma Tarihi: 4.12.2018

Bu tezin İlköğretim Anabilim Dalı, Matematik Öğretmenliği Bilim Dalı'nda Doktora tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Selma YEL …….

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

*Anneme ve Babama,*

# TEŞEKKÜR

Bu zorlu eğitim sürecinin her anında çok değerli tavsiyeleri ve yönlendirmeleriyle yanımda olan değerli hocam Prof. Dr. Yüksel DEDE'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tez sürecinde bana değerli fikirleriyle yardımcı olan saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Ziya ARGÜN'e, Prof. Dr. Erdinç ÇAKIROĞLU'na ve saygıdeğer jüri üyelerine ve bu süreçte bana yardımcı olan değerli dostum Dr. Veysel AKÇAKIN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bugünlere gelmemde en büyük pay sahipleri olan ve bu süreçte desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili anneme ve babama ve kardeşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Lisansüstü öğrenim hayatım boyunca sağladığı maddi destekten dolayı Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı'na (BİDEB) çok teşekkür ederim.

Gürcan KAYA

Aralık, 2018/ANKARA

# BÜTÜN-PARÇA-BÜTÜN ÖĞRENME MODELİNİN FARKLI MATEMATİKSEL İNANÇLARA SAHİP İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİKLERİNE ETKİSİ

**(Doktora Tezi)**

**Gürcan Kaya**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ**

**EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Aralık 2018**

## ÖZ

Bu çalışmanın amacı, holistik ve atomist matematiksel modelleme geliştirme yaklaşımlarının bütün-parça-bütün öğrenme modeline göre beraber kullanılarak oluşturulan öğrenme ortamının, ilköğretim matematik öğretmenliği öğretmen adaylarının matematiksel inanç durumlarına göre matematiksel modelleme yeterlikleri üzerindeki etkisini incelemektir. Bu bağlamda bu çalışmada tek gruplu ön test son test yarı deneysel desen kullanılmıştır. Bu çalışma 2015-2016 bahar yarıyılında 27 öğretmen adayı ile 12 hafta boyunca yürütülmüştür. Uygulama süreci bütün parça bütün öğrenim modeline göre tasarlanmıştır. Bu modele uygun olarak öğretmen adaylarına holistik ve atomist matematiksel modelleme etkinlikleri uygulanmıştır. Uygulamaya başlanmadan önce öğretmen adaylarının matematiğe yönelik inançları, Q metodolojisi ile belirlenmiş ve matematiksel modelleme yeterlikleri testi ön test olarak uygulanmıştır. Öğretmen adayları matematiğe yönelik inanç tiplerine göre gelenseksel ve geleneksel olmayan olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Matematiğe yönelik iki farklı inanç tipinde yer alan öğretmen adaylarının ön test denklikleri uygulamadan önce kontrol edilmiştir. Ayrıca uygulamadan önce öğretmen adayları matematiğe yönelik inanç tiplerine göre gruplandırılmıştır. Bu gruplar modelleme

yeterlikleri testi ön test puanlarına ve akademik başarı ortalamalarına göre denk olacak şekilde oluşturulmuştur. Hazırlanan etkinlikler matematiğe yönelik inanca göre belirlenmiş olan gruplarda yer alan öğretmen adayları tarafından çözülmüştür. Öğretmen adaylarının holistik etkinliklerde ürettikleri çözüm kâğıtları toplanmış ve matematiksel modelleme yeterliği rubriği ile bu çözüm kâğıtları değerlendirilmiştir. Uygulama sonunda öğretmen adaylarına matematiksel modelleme yeterlikleri testi son test olarak uygulanmıştır. Verilerin analizi sonucunda oluşturulan öğrenme ortamında tüm öğretmenler adaylarının ön test ve son test puanları arasındaki fark son test lehinde bulunmuştur. Ayrıca geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının toplam ön test son test puanları, matematiksel çalışma yeterliği ön test son test puanları, yorumlama ve doğrulama yeterliği ön test son test puanları arasında son test lehinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Problemi yapılandırma yeterliği ön test son test puanları, değişkenleri belirleme yeterliği ön test son test puanları, matematiksel olarak ifade etme yeterliği ön test son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının ise matematiksel modelleme yeterlikleri testi yorumlama ve doğrulama yeterliği ön test son test puanları arasında son test lehinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Matematiksel modelleme yeterlikleri testi toplam ön test son test puanları, değişkenleri belirleme yeterliği ön test son test puanları, matematiksel olarak ifade etme yeterliği ön test son test puanları, matematiksel çalışma yeterliği ön test son test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Matematiğe yönelik geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adayları ile geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adayları arasında uygulama öncesinde matematiksel modelleme testi toplam puanları, problemi yapılandırma, değişkenleri belirleme, matematiksel olarak ifade etme, matematiksel çalışma, yorumlama ve doğrulama modelleme yeterlikleri puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yok iken uygulama sonrasında matematiksel modelleme testi toplam puanları, yorumlama ve doğrulama matematiksel modelleme yeterlikleri puanları arasında geleneksel olamayan inanç kategorisindeki öğretmen adayları lehine istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Ayrıca oluşturulan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının sayıca fazla olduğu gruplar lehinde bulunmuştur. Bu sonuçlar matematiğe yönelik geleneksel olmayan inanca sahip öğretmen adaylarının geleneksel inanca sahip öğretmen adaylarına kıyasla matematiksel modelleme testinden ve modelleme etkinliklerinden daha yüksek puanlar aldığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler : Matematiksel Modelleme Yeterlikleri, Matematiğe Yönelik İnanç, Q Metodolojisi, Çok Yüzeyli Rasch Analizli, Bütün Parça Bütün Öğrenme Modeli

Sayfa Adeti : 248

Danışman : Prof. Dr. Yüksel DEDE

# THE EFFECTS OF WHOLE-PART-WHOLE LEARNING MODEL ON MATHEMATICAL MODELLING COMPETENCIES OF PRESERVICE MIDDLE SCHOOL MATHEMATICS TEACHERS WITH DIFFERENT MATHEMATICAL BELIEFS

**(Ph.D. Thesis)**

**Gürcan KAYA**

**GAZİ UNIVERSITY**

**GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES**

**December 2018**

## ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate how middle school pre-service teachers' mathematical modeling competencies differs according to the pre-service teachers' different mathematical belief types. In this context, single-group pre-test semi-experimental design was used in this study. This research was carried out for 12 weeks with 27 pre-service teachers in the spring semester of 2015-2016. The interpretation process of the study was designed according to the whole-part-whole teaching model. Holistic and atomistic modelling activities were applied to pre-service teachers according to this model. Teachers' beliefs towards mathematics were determined by Q methodology before the intervention process and mathematical modeling competency test was applied as a pre-test. Pre-service teachers were divided into two different mathematical belief types. The pretest equivalence of these groups was checked before intervention. In addition, pre-service teachers were grouped according to belief types before intervention. These groups were tried to be compensated according to pre-service teachers' pre-test scores of modeling competency test and their academic achievement scores. Mathematical modelling activities are solved by pre-service teachers. The solution papers of holistic activities which was prepared by pre-service teachers were collected. These solution papers were evaluated with mathematical modeling

competency rubric. At the end of the intervention process, mathematical modeling competency test was applied as a post test. The results yields that the difference between the pre-test and post-test scores of all preservice teachers in the learning environment was in favor of the post test. In addition, it was found that there was a statistically significant difference between the sum of the pre-test and post-test scores of mathematical modelling competency test, the pre-test and post-test scores of the mathematical working competency, the pre-test and post-test scores of the interpreting/ validating competency in favor of post test in non-traditional belief typed pre-service teachers. No significant difference was found between the pre-test and post-test scores of problem structuring modelling competency, defining variables modelling competency, mathematizing modelling competency in non-traditional belief typed pre-service teachers. Also it was found that there was a statistically significant difference between the pre-test and post-test scores of the interpreting/ validating competency in favor of post test in traditional belief typed preservice teachers. No significant difference was found between the pre-test and post-test scores of sum of mathematical modelling competency test, problem structuring modelling competency, defining variables modelling competency, mathematizing modelling competency, mathematical working competency in traditional belief typed pre-service teachers. Also before the intervention process it was found that there was no significant difference between non-traditional belief typed pre-service teachers and traditional belief typed pre-service teachers with regard to sum of the scores of mathematical modelling competency test, problem structuring modelling competency scores, defining variables modelling competency scores, mathematizing modelling competency scores, mathematical working competency scores, interpreting/validating competency scores. After the intervention process there became significant difference between sum of the scores of mathematical modelling competency test and interpreting/validating modelling competency scores. In addition to these results the significant difference in the scores of modelling activites solution papers between groups was in favor of the groups which has more non-traditional belief typed pre-service teacher. These results show that pre-service teachers who has non-traditional matematical belief have higher scores from mathematical modeling test and modeling activities than pre-service teachers who have traditional mathematical beliefs.

Key Words : Mathematical Modelling Competencies, Mathematical Beliefs, Q Methodology, Many Facet Rasch Analysis, Whole Part Whole Learning Model

Page Number : 248

Supervisor : Prof. Dr. Yüksel DEDE

# İÇİNDEKİLER

**TELİF HAKKI ve TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU** ..... **i**
**ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI** ..... **ii**
**JÜRİ ONAY SAYFASI** ..... **iii**
**TEŞEKKÜR** ..... **v**
**ÖZ** ..... **vi**
**ABSTRACT** ..... **viii**
**TABLOLAR LİSTESİ** ..... **xiii**
**ŞEKİLLER LİSTESİ** ..... **xvii**
**SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ** ..... **xix**
**BÖLÜM I** ..... **1**
**GİRİŞ** ..... **1**
**1.1 Problem Durumu** ..... **1**
**1.1.2. Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Geliştirilmesine Yönelik Yaklaşımlar** ..... **5**
**1.1.3. Matemaitksel Modelleme ve Matematiğe Yönelik İnanç** ..... **6**
**1.2. Problem Cümlesi** ..... **7**
**1.2.1. Alt Problemler** ..... **7**
**1.3. Araştırmanın Önemi ve Amacı** ..... **8**
**1.4. Sınırlılıklar** ..... **10**
**1.5. Varsayımlar** ..... **11**
**1.6. Tanımlar** ..... **11**
**BÖLÜM II** ..... **13**
**TEORİK ÇERÇEVE** ..... **13**
**2.1. Model ve Matematiksel Model** ..... **13**
**2.2. Matematiksel Modelleme** ..... **15**
**2.3. Matematiksel Modelleme Döngüsü** ..... **17**
**2.4. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri** ..... **32**

**2.5. İnanç ve Matematiğe Yönelik İnanç ..... 39**
**2.6. Matematiksel Modelleme ve Matematiksel İnanç ..... 44**
**2.7. İlgili Araştırmalar ..... 46**
**BÖLÜM III ..... 59**
**YÖNTEM ..... 59**
**3.1. Araştırma Deseni ..... 59**
**3.2. Çalışma Grubu ..... 60**
**3.3. Uygulama Süreci ..... 61**
**3.3.1. Grupların Oluşturulması ..... 62**
**3.3.2. Bütün Parça Bütün Öğrenme Modeli ..... 65**
**3.3.3. Öğrenme Ortamı Tasarımı ..... 66**
**3.3.4. Araştırmacının Rolü ..... 68**
**3.4. Veri Toplama Araçları ..... 68**
**3.4.1. Modelleme Yeterlikleri Testi ..... 69**
**3.4.2. Matematiksel Modelleme Rubriği ..... 85**
**3.4.3. Q Metodolojisi ..... 87**
**3.5. Verilerin Analizi ..... 107**
**3.5.1. Çok Yüzeyli Rasch Analizi ..... 108**
**3.6. Araştırmanın İç ve Dış Geçerliği ..... 109**
**3.6.1. Araştırmanın İç Geçerliği ..... 109**
**3.6.2. Araştırmanın Dış Geçerliği ..... 112**
**BÖLÜM IV ..... 113**
**BULGULAR ve YORUM ..... 113**
**4.1. Birinci Alt Probleme Yönelik Bulgular ..... 113**
**4.2. Çalışmada Yer Alan Verilerin İstatistiksel Analizi ..... 120**
**4.3. İkinci Alt Probleme Yönelik Bulgular ..... 121**
**4.4. Üçüncü Alt Probleme Yönelik Bulgular ..... 125**
**4.5. Dördüncü Alt Probleme Yönelik Bulgular ..... 140**
**4.6. Beşinci Alt Probleme Yönelik Bulgular ..... 148**
**4.6.1. Tek Boyutluluk Varsayımı ..... 148**
**4.6.2. Yerel Bağımsızlık Varsayımı ..... 149**
**4.6.3. Model Veri Uyumu Varsayımı ..... 149**
**4.6.4. Çok Yüzeyli Rasch Analizi Sonuçları ..... 150**
**BÖLÜM V ..... 157**

**SONUÇ TARTIŞMA VE ÖNERİLER ..... 157**
**5.1. Birinci Araştırma Sorusuna Yönelik Sonuç ve Tartışma ..... 157**
**5.2. İkinci Araştırma Sorusuna Yönelik Sonuç ve Tartışma ..... 159**
**5.3. Üçüncü ve Dördüncü Araştırma Sorularına Yönelik Sonuç ve Tartışma ..... 160**
**5.4. Beşinci Araştırma Sorusuna Yönelik Sonuç ve Tartışma ..... 162**
**5.5. Araştırmanın Sınırlılıkları ..... 163**
**5.6. Araştırmacılar İçin Öneriler ..... 164**
**5.7. Matematik Eğitimcileri İçin Öneriler ..... 165**
**5.8. Program Geliştiriciler İçin Öneriler ..... 166**
**KAYNAKLAR ..... 169**
**EKLER ..... 187**

# TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1 *Model Çeşitlerine Örnekler* ..... 15

Tablo 2 *Araştırma Deseninin Simgesel Gösterimi* ..... 60

Tablo 3 *Matematiğe Yönelik İnanç Kategorilerine Göre Gruplar* ..... 63

Tablo 4 *MYT Ön Testi ve Akademik Genel Ortalama Gruplar Arası Farklılık Sınaması Kruskal Wallis H Testi Sonuçları* ..... 64

Tablo 5 *Bütün Parça Bütün Öğrenim Modelinin Şematik Temsili* ..... 66

Tablo 6 *Modelleme Yeterlikleri Testi Maddelerinin Dağılımı* ..... 71

Tablo 7 *Matematiksel Modelleme Döngüsünün Aşamaları* ..... 72

Tablo 8 *Modelleme Yeterlikleri Testi Maddelerinin Dağılımı* ..... 72

Tablo 9 *Çalışmada Kullanılan Matematiksel Modelleme Testinin Maddelerinin Dağılımı* 73

Tablo 10 *MYT Kısmi Puan Analizi Sonuçları* ..... 80

Tablo 11 *Maddelerin Ayırt Edicilik Kriterleri* ..... 82

Tablo 12 *Madde Ayırt Edicilik Analizi Sonuçları* ..... 83

Tablo 13 *Rubrik Çeşitleri* ..... 86

Tablo 14 *Matematiğe Yönelik İnanç Kategorileri* ..... 94

Tablo 15 *Açık uçlu Soruların İnanç Kategorilerine Göre Sıralanışı* ..... 95

Tablo 16 *Matematiğin Doğasına Yönelik İnanç Kategorileri Göstergeleri* ..... 96

Tablo 17 *Matematiğin Öğrenimine Yönelik İnanç Kategorileri Göstergeleri* ..... 96

Tablo 18 *Matematiğin Öğretimine Yönelik İnanç Kategorileri* ..... 97

Tablo 19 *Q Kümesindeki İfadelerin İnanç Kategorilerine Göre Sayısal Dağılımı* ..... 98

Tablo 20 *Katılımcılara Ait Faktör Yükleri*.....114

Tablo 21 *Faktör 1'e Ait En Yüksek Sıralama Değerine Sahip İfadeler ve z Değerleri*.....116

Tablo 22 *Faktör 1'e Ait En Düşük Sıralama Değerine Sahip İfadeler ve z Değerleri*.....117

Tablo 23 *Faktör 2' ye Ait En Yüksek Sıralama Değerine Sahip İfadeler ve z Değerleri* ..118

Tablo 24 *Faktör 2'ye Ait En Düşük Sıralama Değerine Sahip İfadeler ve z Değerleri* ....119

Tablo 25 *Öğretmen Adaylarının MYT Ön Test ve Son Test Fark Puanları Shapiro Wilk Normallik Testi Sonuçları*.....122

Tablo 26 *MYT Ön Test Son Test Karşılaştırılması İlişkili Örneklemler t Testi Sonuçları* 123

Tablo 27 *Öğretmen Adaylarının Değişkenleri Belirleme Yeterliği MYT Ön Test Son Test Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları*.....124

Tablo 28 *Sahpiro Wilk Testi İle Öğretmen Adaylarının İnanç Kategorilerine Göre Matematiksel MYT Ön Test Puanları Normalliği Sonuçları*.....126

Tablo 29 *Farklı İnanç Kategorisindeki Öğretmen Adaylarının Toplam Ön Test MYT Puanları Mann Whitney U Testi Sonuçları*.....128

Tablo 30 *Farklı İnanç Kategorisindeki Öğretmen Adaylarının Problemi Yapılandırma Modelleme Yeterliği Ön Test MYT Puanları Varyansların Homojenliği Levene Testi Sonuçları*.....128

Tablo 31 *Farklı İnanç Kategorisindeki (Geleneksel – Geleneksel Olmayan) Öğretmen Adaylarının Problemi Yapılandırma Modelleme Yeterliği MYT Ön Test Puanları İlişkisiz Örneklemler t Testi Sonuçları*.....129

Tablo *32 Farklı İnanç Kategorisindeki Öğretmen Adaylarının Matematiksel Olarak İfade Etme Modelleme Yeterliği Ön Test MYT Puanları Varyansların Homojenliği Levene Testi Sonuçları*.....129

Tablo 33 *Farklı İnanç Kategorisindeki (Geleneksel – Geleneksel Olmayan) Öğretmen Adaylarının Matematiksel Olarak İfade Etme Modelleme Yeterliği MYT Ön Test Puanları İlişkisiz Örneklemler t Testi Sonuçları*.....130

Tablo 34 *Farklı İnanç Kategorisindeki (Geleneksel – Geleneksel Olmayan) Öğretmen Adaylarının Değişkenleri Belirleme Modelleme Yeterliği MYT Ön Test Puanları Mann – Whitney U Testi Sonuçları*.....130

Tablo 35 *Farklı İnanç Kategorisindeki (Geleneksel – Geleneksel Olmayan) Öğretmen Adaylarının Matematiksel Çalışma Modelleme Yeterliği Ön Test MYT Puanları Mann Whitney U Testi Sonuçları* ..... 131

Tablo 36 *Farklı İnanç Kategorisindeki Öğretmen Adaylarının Yorumlama ve Doğrulama Modelleme Yeterliği Ön Test MYT Puanları Varyansların Homojenliği Levene Testi Sonuçları* ..... 132

Tablo 37 *Farklı İnanç Kategorisindeki (Geleneksel – Geleneksel Olmayan) Öğretmen Adaylarının Yorumlama ve Doğrulama Modelleme Yeterliği Ön Test MYT Puanları İlişkisiz Örneklemler t Testi Sonuçları* ..... 132

Tablo 38 *Sahpiro Wilk Testi İle Öğretmen Adaylarının İnanç Kategorilerine Göre Son Test MYT Puanları Normalliği Sonuçları* ..... 133

Tablo 39 *Farklı İnanç Kategorisindeki (Geleneksel - Geleneksel Olmayan) Öğretmen Adaylarının Modelleme Yeterlikleri Toplam Son Test MYT Puanları Karşılaştırması Mann Whitney U Testi Sonuçları* ..... 135

Tablo 40 *Farklı İnanç Kategorisindeki Öğretmen Adaylarının Problemi Yapılandırma Modelleme Yeterliği Son Test MYT Puanları Varyansların Homojenliği Levene Testi Sonuçları* ..... 136

Tablo 41 *Farklı İnanç Kategorisindeki Öğretmen Adaylarının Problemi Yapılandırma Modelleme Yeterliği Son Test MYT Puanları İlişkisiz Örneklemler t Testi Sonuçları* ..... 136

Tablo 42 *Farklı İnanç Kategorisindeki Öğretmen Adaylarının Matematiksel Olarak İfade Etme Modelleme Yeterliği Son Test MYT Puanları Varyansların Homojenliği Levene Testi Sonuçları* ..... 137

Tablo 43 *Farklı İnanç Kategorisindeki (Geleneksel – Geleneksel Olmayan) Öğretmen Adaylarının Matematiksel olarak ifade etme Modelleme Yeterliği Son Test MYT Puanları İlişkisiz Örneklemler t Testi Sonuçları* ..... 137

Tablo 44 *Farklı İnanç Kategorisindeki (Geleneksel – Geleneksel Olmayan) Öğretmen Adaylarının Değişkenleri Belirleme Modelleme Yeterliği Son Test MYT Puanları Mann – Whitney U Testi Sonuçları* ..... 138

Tablo 45 *Farklı İnanç Kategorisindeki (Geleneksel – Geleneksel Olmayan) Öğretmen Adaylarının Matematiksel Çalışma Modelleme Yeterliği MYT Son Test Puanları Mann – Whitney U Testi Sonuçları* ..... 138

Tablo 46 *Farklı İnanç Kategorisindeki (Geleneksel – Geleneksel Olmayan) Öğretmen Adaylarının Yorumlama ve Doğrulama Modelleme Yeterliği Son Test Puanları Mann – Whitney U Testi Sonuçları* ..... 139

Tablo 47 *Geleneksel İnanç Kategorisindeki Öğretmen Adaylarının Ön Test Son Test MYT Fark Puanları Shapiro Wilk Normallik Testi Sonuçları* ..... 140

Tablo 48 *Geleneksel İnanç Kategorisindeki Öğretmen Adaylarının Modelleme Yeterlikleri Ön Test Son Test MYT Puanları Farkı Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları* ..... 142

Tablo 49 *Geleneksel İnanç Kategorisindeki Öğretmen Adaylarının Modelleme Yeterlikleri Ön Test Son Test Karşılaştırılması İlişkili Örneklemler t Testi Sonuçları* ..... 143

Tablo 50 *Geleneksel Olmayan İnanç Kategorisindeki Öğretmen Adaylarının Modelleme Yeterlikleri Ön Test Son Test MYT Fark Puanları Shapiro Wilk Normallik Testi Sonuçları* ..... 144

Tablo 51 *Geleneksel Olmayan İnanç Kategorisindeki Öğretmen Adaylarının Modelleme Yeterlikleri Ön Test Son Test MYT Puanları Karşılaştırılması İlişkili Örneklemler t Testi Sonuçları* ..... 146

Tablo 52 *Geleneksel Olmayan İnanç Kategorisindeki Öğretmen Adaylarının Modelleme Yeterlikleri Ön Test Son Test MYT Puanları Farkı Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları* ..... 147

Tablo 53 *İnanç Tiplerine Göre Oluşturulan Grupların Modelleme Yeterlikleri Performansları Çok Yüzeyli Rasch Analizi Ölçüm Raporları* ..... 152

Tablo 54 *İnanç Tiplerine Göre Oluşturulan Grupların Modelleme Yeterliği Logit Ölçümleri Ve Puanlanma Sayıları Tablosu* ..... 154

Tablo 55 *İnanç Kategorilerine Göre Oluşturulan Grupların Modelleme Yeterlikleri Logit Ölçümleri Farkı Wald İstatistiği Sonuçları* ..... 154

# ŞEKİLLER LİSTESİ

*Şekil 1.* Modelleme döngüsü ve modelleme süreci ..... 3

*Şekil 2.* Modelleme döngüsü ve modelleme süreci ..... 16

*Şekil 3.* Modelleme döngüsü ve modelleme süreci ..... 17

*Şekil 4.* Matematiksel modelleme döngüsü ..... 18

*Şekil 5.* Matematiksel modelleme döngüsü ..... 19

*Şekil 6.* Matematiksel modelleme süreci ..... 20

*Şekil 7.* Matematiksel modelleme süreci ..... 20

*Şekil 8.* Matematiksel modelleme süreci ..... 22

*Şekil 9.* Modelleme döngüsü ve modelleme süreci ..... 23

*Şekil 10.* Matematiksel modelleme döngüsü ..... 24

*Şekil 11.* Modelleme döngüsü ve modelleme süreci. ..... 25

*Şekil 12.* Modelleme döngüsü ve modelleme süreci ..... 25

*Şekil 13.* Modelleme döngüsü ve modelleme süreci ..... 26

*Şekil 14.* Modelleme döngüsü ve modelleme süreci. ..... 28

*Şekil 15.* Modelleme döngüsü ve modelleme süreci ..... 29

*Şekil 16.* Matematiksel modelleme döngüsü ..... 29

*Şekil 17.* Çok boyutlu modelleme yaklaşımı şeması ..... 38

*Şekil 18.* Trapd çeviri modeli ..... 75

*Şekil 19.* Matematiksel modelleme testi madde kalibrasyon haritası ..... 84

*Şekil 20.* Q metodolojisinin aşamaları ..... 91

*Şekil 21.* Q dizgisi zoraki dağılım şablonu örneği ..... 100

*Şekil 22.* Zoraki dağılımda verilen Q dağılımındaki ifade sayıları ..... 100

*Şekil 23.* Q dizgisi serbest dağılım şablonu örneği ..... 101

*Şekil 24.* Çalışmada kullanılan Q şablonu..... 102

*Şekil 25.* Modelleme etkinliklerinin oluşturulan rubriğe göre çok yüzeyli rasch analizi kalibrasyon haritası ..... 150

# SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

| | |
|---|---|
| OECD | Organisation for Economic Co-operation and Development |
| MEB | Milli Eğitim Bakanlığı |
| PISA | Programme for International Student Assessment |
| NCTM | National Council of Teachers of Mathematics |
| ÇYRA | Çok Yüzeyli Rasch Analizi |
| MYT | Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Testi |

# BÖLÜM I

# GİRİŞ

Bu bölümde; problem durumu, problem cümlesi, alt problemler, araştırmanın önemi, araştırmanın amacı, araştırmanın sınırlılıkları, varsayımlar ve tanımlara yer verilmiştir.

## 1.1 Problem Durumu

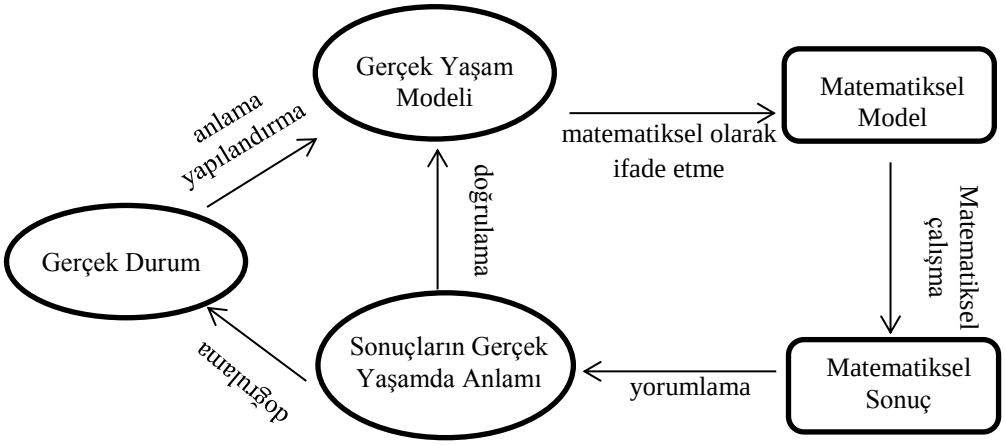
Toplum ve yaşam, tarih boyunca sürekli bir gelişim ve değişim içinde olmuştur. Bu değişim süreci teknoloji ile birlikte son yıllarda hızlanmıştır. Bu değişim ile birlikte toplumun ihtiyaçları farklılaşmış ve bireylerde olması istenen özelliklerde değişime uğramıştır. Karşılaşılan problemlere alternatif çözüm yolları üretebilmek, bilgiye ulaşabilmek, öğrenilen bilgileri işleyebilmek, kullanabilmek ve üretim sürecine aktif olarak katılmak oldukça önem kazanmıştır. Bu hızlı değişim süreci, matematik eğitimiyle bireylere kazandırılmak istenen özellikleri ve matematik eğitiminden beklentileri de değiştirmiştir. Bu kapsamda öğrencilerin, matematiğin günlük hayatla ve diğer bilim dallarıyla olan ilişkisini görebilmeleri (Kaiser ve Shwarz 2010; Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2003), problem çözme becerisine sahip olabilmeleri, gerçek yaşamda karşılaştıkları problemleri çözebilmeleri için gerekli olan matematiksel düşünme becerilerini kullanabilmeleri (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013) hedeflenmiştir. Bu bağlamda, öğretim programlarında ve öğretim ortamlarında kullanılan klasik problem durumları da değişmiş ve öğrencilere kazandırılmak istenen matematiksel düşünme becerilerini ve süreçlerini kullanmalarını sağlayacak gerçek yaşam problemleri ile günlük hayatta karşılaşabilecekleri durumları içeren problemler öğretim faaliyetlerinde daha fazla yer almaya başlamıştır (De Corte, Verschaffel ve Op't Eynde, 1999). Ayrıca öğrencilere

günlük hayatta karşılaşacakları durumlarla baş etmede yardımcı olabilecek "eleştirel düşünme ve problem çözme", "bilgiye erişme ve bilgiyi analiz etme" gibi öğrencilerde olması istenen 21. yy. becerilerinin matematiksel modelleme ile ilişkili olduğu söylenebilir. Bununla birlikte Programme for International Student Assessment [PISA] çalışmalarında matematiksel okuryazarlık, gerçek hayat problemine çözüm üretilirken öğrenciler tarafından kullanılan beceriler (örneğin matematikleştirme, muhakeme ve akıl yürütme, formal ve teknik dili kullanma) ve süreçler (formülleştirme, uygulama, yorumlama ve doğrulama) bağlamında ölçülmektedir (OECD, 2014). PISA çalışmalarında matematiksel okuryazarlığın gerçek yaşam problemi bağlamında ölçülmesinde kullanılan formülleştirme, uygulama, yorumlama ve doğrulama süreçleri matematiksel modellemenin ana unsurlarını oluşturmaktadır. Bununla birlikte matematiksel modellemeye Türkiye'de daha önceki müfredatlarda matematiksel yeterlikler ve beceriler, ortak beceriler ve süreç becerileri adı altında değinilmiş ve matematiksel modellemenin öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini geliştireceğini, matematiği gerçek hayatla ilişkilendirmelerini ve matematiğe değer vermelerini sağlayacağı vurgulanmıştır (MEB, 2013, s.4). Son güncellenen matematik müfredatında ise matematiksel modellemenin önemine şu şekilde değinilmiştir:

> Başta teknolojik gelişmeler olmak üzere hayatımızda yaşanan değişimlerin ortaya çıkardığı yeni problemlerin çözümü için; matematiğe değer veren, matematiksel düşünme gücü gelişmiş, matematiği modelleme ve problem çözmede kullanabilen bireylere her zaman olduğundan daha çok ihtiyaç duyulmaktadır (MEB, 2018, s. 11).

Matematiksel modelleme, gerçek dünya durumlarında veya diğer disiplin alanlarında ortaya çıkan problem durumlarına çözmüm üretmeyi içeren bir süreçtir (English, 2006). Matematiksel modelleme, araştırmacılar tarafından farklı yaklaşımlarla ele alındığı için modelleme süreci de farklı döngülerle açıklanmıştır. Örneğin, modellemeyi uygulamalı ve kompleks modelleme perspektifi ile ele alan Pollak (1979), gerçek dünya ve matematiksel dünya ayrımıyla modelleme döngüsünü üç aşama ve üç süreç ile açıklarken (Ferri, 2018, s.21; Kaiser ve Sriraman, 2006), modellemeyi öğretimsel ve pedagojik perspektifle ele alan Blum (1996) ve Kaiser (1995) modellemeyi dört aşama ve dört süreç ile açıklamışlardır (Ferri, 2018, s.22). Modellemeyi tanılayıcı ve bilişsel yaklaşımla ele alan Blum ve Leiβ (2007) altı aşama ve yedi süreç, Borromeo Ferri (2006) ise modellemeyi altı aşama ve altı süreç ile açıklamıştır. Burada belirtilen araştırmacılar ve diğer araştırmacılar (örn. Berry ve

Houston, 1995; Mason, 1984; National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 1989) modellemeyi temel olarak gerçek yaşam problem durumunun irdelenerek anlaşılması, sonra bu problem durumunun yapılandırılarak matematiksel olarak ifade edilmesi ve matematiksel sonuçlara ulaşılmaya çalışılması ve son olarak da bulunan sonuçların yorumlanıp gerçek durumla karşılaştırılıp doğrulanması şeklinde açıklamışlardır (bkz. Blum ve Leiβ, 2007, s.225; Borromeo Ferri, 2006; Niss vd., 2007, s.6; Stillmann, Galbratih, Haines ve Crouch, 2007, s.418). Bu kapsamda, matematiksel modelleme sadece sınıf ortamlarında değil gerçek dünyada veya disiplin alanlarında ortaya çıkabilir (Galbraith, Stillman ve Brown, 2013, s.135). Bu sürecin bir örneklemesi Şekil 1'de gösterilmiştir.




*Şekil 1*. Modelleme döngüsü ve modelleme süreci. Kaiser, G. & Stender, P. (2013). Complex modelling problems in co-operative, self-directed learning environments. In Stillman G., Kaiser G., Blum W. & Brown J. (Eds.), *Teaching mathematical modelling: Connecting to research and practice* (pp. 277–293). New York: Springer. kaynağından uyarlanmıştır.

Matematiksel modelleme döngüsünde ilk aşama olan gerçek durum, gerçek yaşamda yer alan ve modelleme probleminin verildiği durumdur (Borromeo Ferri, 2018, s.15). Daha sonraki aşama ise problem durumu ile matematiksel model arasında yer alan ve bireyin problem durumunu yapılandırarak gerçek problem durumunu daha basit hale getirdiği gerçek yaşam modelidir (Kaiser ve Stender, 2013, s.279). Gerçek problem durumundan gerçek modele geçiş süreci ise problemi yapılandırma (basitleştirme) olarak ele alınmaktadır. Bu süreçte problem durumuna yönelik bazı varsayımlarda bulunulur, gerçek yaşam durumunun önemli özellikleri ayırt edilir ve matematiksel modelde yer alacak olan değişkenlere karar verilir (Houston, 2001, s.35). Bu süreç aynı zamanda Polya'nın (1973, s.5) belirtmiş olduğu problem çözmenin dört aşamasından problemi anlama aşaması ile benzeşmektedir. Polya'nın (1973, s.5) belirtmiş olduğu bu süreçte problemi çözmeye yönelik, problem durumunun önemli özellikleri belirlenmekte ve problem durumunda istenenler keşfedilmeye çalışılmaktadır. Gerçek modelden sonraki aşama ise matematiksel

modeldir. Matematiksel model ise bir önceki aşamada belirlenen özelliklerin, matematiksel modelde yer almasına karar verilen değişkenlerin ve bu değişkenlerin birbirleriyle olan ilişkilerinin matematiksel gösterimler kullanılarak ifade edildiği aşamadır (Houston, 2001, s.35). Bu süreç Polya'nın (1973, s.5) çözüm için plan yapma aşamasıyla benzeşmektedir. Polya'nın belirttiği süreçte, matematiksel olarak ifade etme sürecinde olduğu gibi bilinmeyenin verilenlerle ve belirlenen özelliklerle arasındaki ilişki keşfedilerek problemin çözümüne yönelik bir plan yapılmaktadır. Gerçek model ile matematiksel model arasındaki geçiş süreci ise matematiksel olarak ifade etme şeklinde ele alınmaktadır. Matematiksel modelden sonraki aşama ise kurulan matematiksel modelden matematiksel sonuçlara ulaşılan aşamadır. Kurulan matematiksel modelden matematiksel sonuçlara ulaşma süreci ise matematiksel çalışma olarak ele alınmaktadır. Matematiksel çalışma süreci Polya'nın (1973, s.5) planı uygulama aşaması ile benzeşmektedir. Bu aşamada birey, matematiksel bilgilerini kullanarak matematiksel sonuçlara ulaşmaktadır. Sonraki aşama ise bulunan sonuçların yorumlanarak gerçek yaşamdaki anlamı olarak ifade edilen aşamadır. Matematiksel model ile sonuçların gerçek yaşamdaki anlamı aşaması arasındaki süreç ise yorumlama olarak ifade edilen süreçtir. Bu süreçte bulunan sonuçlar gerçek modelle karşılaştırılarak sonuçların olabilirliği, yapılan varsayımlar ve yapılandırmalar çerçevesinde incelenmektedir. Sonuçların gerçek yaşamdaki anlamı aşamasından sonra yeniden gerçek problem durumu aşaması gelmektedir. Sonuçların gerçek yaşamdaki anlamı ve gerçek problem durumu arasındaki süreç ise doğrulama olarak ifade edilmektedir. Bu süreçte bir önceki süreçte yapılan yorumlamadan sonra sonuçlar gerçek hayattaki durumla karşılaştırılarak bulunan sonuçların doğruluğunun incelenmesi yer almaktadır. Sonuçların yorumlanması ve doğrulanması Polya'nın (1973, s.5) gözden geçirme aşamasıyla örtüşmektedir. Polya'nın (1973, s.36) gözden geçirme aşaması çözümün bütün süreçlerinin gözden geçirilmesi, kontrol edilmesi ve çözümün daha işlevsel hale getirilip getirilemeyeceğinin incelenmesi ve sonuçların önceden elde edilen bilgilerle örtüşmesi açısından modelleme sürecinde yer alan yorumlama ve doğrulama aşamasıyla benzeşmektedir.

Niss, Blum ve Galbraith (2007, s.12) modelleme döngüsünde yer alan süreçleri modelleme yeterlikleri olarak tanımlanmaktadır. Aynı şekilde, Blum ve Kaiser (1997'den aktaran Maaβ, 2006) ve Kaiser (2007, s.111) de modelleme yeterliklerini, modelleme döngüsünde yer alan süreçler olarak ele almışlardır. Ayrıca Maaβ (2006) ve Mischo ve Maaβ (2012) da matematiksel modelleme yeterliklerinin modelleme döngüsüyle çok yakın ilişkili olduğunu

belirtirken, Zöttle, Ufer ve Reiss (2011, s.428) ise modelleme döngüsündeki süreçlerin modelleme yeterlikleri olarak ele alınabileceğini ifade etmiştir. Bununla birlikte, Maaβ (2006) matematiksel modelleme yeterliklerini, modelleme döngüsündeki süreçleri başarıyla tamamlayabilmek için gerekli yetenekler olarak tanımlamıştır. Modelleme döngüleri dikkate alınacak olursa, matematiksel modelleme yeterlikleri Blum ve Kaiser (1997), Maaβ (2006) ve Kaiser (2007, s.111) tarafından şu şekilde açıklanmıştır:

- Gerçek dünya problemini anlama ve bu problemin bir gerçek modelini oluşturma,
- Oluşturulan gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma
- Oluşturulan matematiksel modeli çözümleyerek matematiksel sonuçlara ulaşma
- Bulunan sonuçları gerçek model ile veya gerçek durumla yorumlama
- Sonuçları doğrulamak (sorgulamak) gerekirse başka bir matematiksel modelleme süreci yürütme

### 1.1.2. Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Geliştirilmesine Yönelik Yaklaşımlar

Matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmek amaçlı literatürde iki farklı yaklaşımdan bahsedilmektedir. Bu yaklaşımlar holistik ve atomist yaklaşımlarıdır (Blomhoj, 2007; Blomhoj ve Jensen, 2003; Kaiser ve Brandt, 2015, s.130). Holistik yaklaşımda bireylerin modelleme sürecinde yer alan tüm matematiksel modelleme yeterliklerini etkinliklerle tecrübe etmeleri sağlanarak modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi amaçlanırken, atomist yaklaşımda ise bireylerin problemin matematiksel analiz, matematiksel olarak ifade etme ve matematiksel çalışma yeterlikleri başta olmak üzere sadece belirli bir modelleme yeterliğine yönelik hazırlanan etkinlikler üzerinde çalışmaları sağlanarak matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır (Blomhoj ve Jensen, 2003). Her iki yöntemin de bir takım avantajları vardır. Örneğin holistik yaklaşımda hazırlanan etkinliklerde bazı modelleme yaklaşımları göz ardı edilebilme olasılığı varken atomist yaklaşımda ise bireyler bütün modelleme etkinliklerini bir bütün olarak görememekteler ama amaçlanan modelleme yeterliğine üzerine odaklanmaktadırlar. Bundan dolayı matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarında holistik ve atomist yaklaşımları arasında denge kurularak beraber kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır (Blomhoj ve Jensen, 2003; Blomhoj ve Kjeldsen, 2006; Zöttl, Ufer ve Reiss, 2010). Fakat bu iki yöntemin nasıl ve ne şekilde beraber kullanılacağına yönelik bir teorik çerçeve

sunulmamıştır. Bundan dolayı bu çalışmada matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik hazırlanan öğrenme ortamında holistik ve atomist matematiksel modelleme geliştirme yaklaşımları Swanson ve Law (1993) tarafından ortaya konulan bütün parça bütün öğrenim modeli çerçevesinde kullanılmıştır.

Matematiksel modelleme sürecinde bilişsel özelliklerin yanı sıra matematiğe yönelik duyuşsal özellikler de önemlidir. Özellikle matematiğe yönelik inançlar, hem duyuşsal hem de bilişsel özellikler içerdiği için modelleme sürecinde önemli bir özellik olarak karşımıza çıkmaktadır. Matematiğe yönelik inanç ise kişinin matematiksel deneyimlerinden kaynaklanan (Cross 2009; Raymond, 2007) matematiksel bir uğraşıya başlama ve matematiği anlama yollarına yön veren (Schonfeld, 1992, s.358), matematiğe yönelik bilişsel, duyuşsal özellikleri barındıran kişisel bakış açıları (Ernest, 1989; Grigutsch ve Törner, 1998; Törner, 1998) olarak tanımlanmaktadır.

### 1.1.3. Matemaitksel Modelleme ve Matematiğe Yönelik İnanç

Öğrencilerin problem çözme davranışları, bilgi ile ilgili olduğu gibi onların probleme yönelik inançlarıyla da ilgilidir. Çünkü öğrencilerin doğru olduklarına inandıkları durumlar, onların problem çözme davranışlarına yön verir (De Corte ve Verschaffel, 2002, s.23) ve dolayısıyla matematiğe yönelik inançları onların matematiksel bir probleme nasıl yaklaşacaklarını, hangi bilgileri kullanıp hangilerini kullanmayacaklarını belirlemede etkili olmaktadır (Schoenfeld, 1985, s.45). Aynı şekilde, öğrenciler matematiksel modelleme süreçlerinde sadece bilişsel yapılarını değil bunun yanında duyuşsal özelliklerini, inançlarını ve eğilimlerini de kullanırlar (Ferri ve Lesh, 2013, s.63). Dolayısıyla matematiksel modelleme yeterlikleri de bireylerin duyuşsal özellikleri, inançları ve eğilimlerinden etkilenebilir. Örneğin, bazı araştırmacılar gerçek problem durumu ile gerçek model arasında modelin zihinsel temsili ve durum modeli isminde bireylerin kendilerine özgü düşünme süreçlerinin sonucunda ortaya çıkan, bireylerin problem durumunu anlama ve oluşturacakları modele yön veren, kendilerine özgü düşünme süreçlerinden etkilenen bir ara aşama olduğunu belirtmişlerdir (bkz., Blum ve Leiβ, 2007; Borromeo Ferri, 2006). Benzer şekilde, Ärlebäck (2009, s.2010) da, matematiğe yönelik inançların matematikleştirme ve yorumlama yeterlikleri için oldukça önemli olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca, inançların ve duyuşsal özelliklerin matematiksel modelleme için önemli olduğu da literatürde sıklıkla not edilmektedir. (bkz., Borromeo Ferri, 2011, s.184; Kaiser ve Maaβ, 2007, s.103). Bu

kapsamda, öğrencilerin matematiğe yönelik inançlarının belirlenmesi, matematiğe yönelik inançları ile matematiksel modelleme yeterliklerinin arasında nasıl bir ilişkinin olduğu ve farklı inanç kategorilerinde yer alan öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlik durumlarının incelenmesi önem arz etmektedir. Bu bağlamda şimdiki çalışmada, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiğe yönelik inançlarına göre matematiksel modelleme yeterlik durumları incelenmiştir.

## 1.2. Problem Cümlesi

Bütün-parça-bütün öğrenme modeli, farklı matematiksel inanç kategorilerindeki ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmakta mıdır?

### 1.2.1. Alt Problemler

1. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiğe yönelik inançları nasıldır?

2. Bütün-parça-bütün öğrenme modeli, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmakta mıdır?

3. Bütün-parça-bütün öğrenme modeli, farklı matematiksel inanç kategorilerindeki ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri son test puanları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmakta mıdır?

4. Bütün-parça-bütün öğrenme modeli, farklı matematiksel inanç kategorilerindeki ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmakta mıdır?

5. Farklı matematiksel inanç kategorilerinde yer alan öğretmen adayları ile oluşturulan grupların matematiksel modelleme yeterlik puanları istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılaşmakta mıdır?

### 1.3. Araştırmanın Önemi ve Amacı

Çok sayıda profesyonel kurum, okul matematiğinde değişikliğin gerekliliğini vurgulamakta ve bu değişikliğin ülkenin ekonomik ve iş gücü ihtiyaçlarını karşılayabilmek için esnek ve üretken, matematiksel problem çözme yeteneklerine sahip, teknolojik araçları etkili şekilde kullanabilen ve işbirliği içinde çalışabilen bireyler yetiştirmesine hizmet etmesi gerektiğini belirtmişlerdir (Mousoulides, 2013). Bu bağlamda, modelleme etkinlikleri öğrencilerin matematiksel bilgilerini uygulayabilme, problemleri formülize edebilme ve problemleri çözebilmelerine yardımcı olması bakımından önemli görülmektedir. Niss, Blum & Galbraith (2007) ve Lesh & Doerr (2003) öğretmen adaylarına gerçek yaşam durumlarını analiz etme fırsatı veren ve onların birçok kavram ve aracı kullanmalarına imkân veren modelleme etkinlikleriyle tanıştırılmaları gerektiğini belirtmişlerdir. Fakat günümüzdeki öğretmenlerin birçoğu matematiği problem çözme ve modelleme etkinliklerinin kullanılmadığı ve bireysel çalışmanın teşvik edildiği geleneksel yöntemlerle öğrenmişlerdir (Escalante, 2013). Bu problemin aşılabilmesi için, öğretmen adaylarının öğrenim süreçlerinde bizzat modellemeyi uygulayanlar olarak doğrudan modelleme problemleriyle deneyim kazanmaları ve uğraşmaları gerekmektedir (Widjaja, 2013). Öğretmen adaylarının modelleme etkinlikleriyle doğrudan deneyim yaşamaları, matematiksel sorgulama ve modelleme yeteneklerini kazanmaları açısından önemli oduğu düşünülmektedir (bkz. Blum, 1993; Doerr, 2007; Stillman, 2010). Bununla birlikte, ülkemizdeki ortaokul ve ortaöğretim matematik dersi öğretim programlarında matematiksel modellemenin öğretimde kullanılması teşvik edilmekte ve modelleme programda kazandırılması hedeflenen temel beceriler ve yeterlilikler arasında yer almaktadır (bkz., MEB, 2005; 2013). Ancak bu önemine rağmen, öğretmenlerin matematiksel modelleme etkinliklerini kullanmamalarının nedenlerinden birisi, bu tür modelleme etkinlikleriyle lisans öğrenimleri boyunca fazla deneyim yaşamamış olmaları gösterilebilir(bkz., Doerr, 2003). Bu bağlamda şimdiki araştırma, öğretmenlere modelleme etkinlikleriyle bir deneyim sağlaması ve bu deneyimlerinin matematiğe yönelik inançlarına göre nasıl farklılaştığının belirlenmesi açısından önem taşımaktadır. Bununla birlikte, matematiksel modelleme öğrencilerin sosyal ve aktif olarak yer aldığı sınıf tartışmalarına dayalı süreçlerin oluşmasını sağladığı için, bu şekildeki eğitim ortamlarının sadece matematiği yapabilen öğrencileri değil aynı zamanda akademik başarısı düşük olan (mevcut ölçme araçlarına göre) öğrencilerin de motivasyon ve öz yeterliliklerini artırarak sürece dâhil olmalarını sağlayabilmektedir (Boaler ve Greeno, 2000). Diğer taraftan, matematiksel modellemenin okul matematiğine entegre edilmesiyle,

öğrenciler matematiğin çevreyle olan ilişkisini görme fırsatına sahip olacak, matematiği günlük hayatlarında kullanacak, problem çözme stratejileri geliştirebilecek ve matematik hakkında diğer insanlarla iletişim kurabileceklerdir (Blum ve Niss 1991). Derslerde matematiksel modelleme kullanıldığı zaman, matematik yalnızca problem çözme tekniklerinin aktarıldığı bir ders olmaktan çıkıp günlük hayatla ilişkili, diğer bilim dallarının içinde yapı ve araç haline geldiği için modellemenin matematik öğretiminde ilerleme sağlayacağı da belirtilmektedir (bkz., Blum, 2007). Ayrıca, öğrencilerin modelleme etkinlikleriyle uğraşmaları onların kendi öğrenmelerini oluşturmaya başlamalarını ve ileri düzeyde düşünmelerini gerektiren çok yönlü karmaşık problemlerin çözümünde başarılı olmalarını da sağlayabilmektedir (English, 2006'dan aktaran Mousoulides, 2013). Ek olarak, modelleme etkinlikleri öğrencilerin mevcut müfredatla mümkün olmayan önemli matematiksel öğrenmeler, deneyimler ve süreçler oluşturmalarını da sağlayabilir (Mousoulides, 2013). Bundan dolayı, matematiksel modellemeye dayalı bir öğretim yöntemini öğretmenlerin ders sürecinde kullanması onlara günlük sınıf uygulamaları açısından da fayda sağlayabilir (Garcia, Maasa ve Wake, 2013). Bu bağlamda matematiksel modelleme araştırmacılar arasında giderek popüler olmuş ve son yıllarda modellemeyle ilgili pek çok çalışma yapılmaya başlanmıştır (bkz. Borromeo-Ferri, 2018, s.1; Burkhardt, 2006; Mischo ve Maaβ, 2012; Niss, Blum ve Galbraith, 2007, s.29). PISA çalışmalarında ise öğretmenlerin sınıf içi modelleme uygulamalarında öğrencilere uygun rehberlik sağlayabilmeleri için matematiksel modellemeyi derin bir şekilde anlamaları gerektiğini vurgulanmıştır (Winter ve Venkat, 2013). Ayrıca, Kaiser ve Maaß (2007) da modelleme etkinliklerinin sınıfta kullanılabilmesinin önündeki engellerin azaltılabilmesi için öğretmen adaylarının özellikle matematiği modellemeye temelli anlayabilmeleri gerektiğini belirtmiştir. Dolayısıyla bu çalışma, öğretmen adaylarına matematiksel modellemeyi uygulama imkânı elde edebilmeleri ve öğretim ortamlarında kullanabilmeleri noktasında önemli bir deneyim kazandırması açısından da önem arz etmektedir.

Diğer taraftan bu çalışmada, bireylerin bir konuya yönelik kişisel görüşlerini, algılarını, tutumlarını ve inançlarını incelemek için Q metodu kullanılmıştır. Q metodunun bu çalışmada kullanılmasının, bireylerin duyuşsal özelliklerini belirlemeye yönelik alternatif bir yöntem sunması ve bu kapsamda ileri çalışmalara yol gösterici bir rol üstelenebileceği de düşünülmektedir. Ayrıca, literatürde öğrencilerin matematiğe yönelik inançlarının matematiksel modelleme yeterliklerinde önemli bir etkiye sahip olduğu (bkz., Ärlebäck 2009, s.2100; Borremeo Ferri, 2011, s.184; Kaiser ve Maaβ, 2007, s.103) belirtilmesine

rağmen, bu duruma yönelik deneysel bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bundan dolayı şimdiki çalışmanın sonuçlarının, bu kapsamda literatürdeki bir boşluğu doldurmaya namzet olduğu söylenebilir. Üstelik hangi inanç kategorisindeki bireylerin hangi modelleme yeterliklerinde daha iyi olduğunun tespit edilmesiyle, bireylerin inanç kategorilerinin olası değişimi sağlanarak modelleme yeterliklerinin daha da geliştirilmesinin mümkün olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda, matematik müfredatlarında öğrencilerin modelleme yeterliklerini geliştirmeleri için onların matematiğe yönelik sahip oldukları inançlarının önemine yönelik vurgulara ve bu tür uygulamaların özendirilmesine yer verilebilir. Diğer taraftan, bu çalışmada kullanılan Çok Düzeyli Rasch Analizi, çalışmanın sonuçlarını puanlayıcı, madde ve grupların özelliklerinden bağımsız olarak objektif ölçümler yapmaya imkân vermektedir (Toffoli, Andrade ve Bornia, 2016). Bu bağlamda, şimdiki çalışmanın veri analiz biçiminin ileri araştırmalar için alternatif bir örnek oluşturabileceği de düşünülmektedir. Ayrıca yapılan çalışmada holistik ve atomist modelleme yeterlik geliştirme yaklaşımları beraber kullanılmıştır. Literatürde bu iki yaklaşımın birlikte kullanıldığı çalışmalara, özellikle modelleme çalışmalarında fazla rastlanılmamaktadır. Bu kapsamda, araştırmanın bu iki yaklaşım kullanılarak matematiksel modelleme öğretiminin ve uygulamalarının nasıl olacağı, matematiksel modelleme etkinliklerinin öğretim ortamlarına nasıl entegre edilebileceği vb. noktalarda da sonraki çalışmalara bir örnek olabileceği düşünülmektedir.

Bu kapsamda bu çalışmanın amacı, holistik ve atomist matematiksel modelleme geliştirme yaklaşımlarının bütün-parça-bütün öğrenme modeline göre beraber kullanılarak oluşturulan öğrenme ortamının, ilköğretim matematik öğretmenliği öğretmen adaylarının matematiksel inanç durumlarına göre matematiksel modelleme yeterlikleri üzerindeki etkisini incelemektir.

### 1.4. Sınırlılıklar

i. Araştırma, 2015-2016 eğitim-öğretim yılı, Ankara ilindeki bir devlet üniversitesinde İlköğretim Bölümü Matematik Öğretmenliği Anabilim Dalının ikinci sınıfında öğrenim gören öğretmen adayları ile sınırlıdır.

ii. Yapılan çalışmanın süresi 12 hafta ile sınırlıdır.

## 1.5. Varsayımlar

i. Çalışma grubunun, matematiksel modelleme yeterliklerinin belirlenmesine yönelik yapılan bu çalışma için uygun olduğu varsayılmıştır.

ii. Öğretmen adaylarının sınıf içi grup çalışmalarınında gruplar arası ve sınıf dışında birbirleriyle etkileşimde bulunmadıkları varsayılmıştır.

iii. Araştırmanın uygulama sürecinde, öğretmen adaylarının kontrol altına alınamayan dışsal etkenlerden eşit düzeyde etkilendikleri varsayılmıştır.

## 1.6. Tanımlar

Matematiksel Modelleme: Mevcut kavramsal sistemlerin ve modellerin kullanıldığı, farklı bağlamlarda anlamlandırılarak geliştirildiği ve yeni modellerin ortaya çıkarıldığı bir süreç (Lesh ve Doerr, 2003).

Matematiksel Modelleme Yeterlikleri: Bağımsız olarak ve modellemeye vakıf şekilde matematiksel modellemenin bütün süreçlerini başarıyla tamamlayabilme (Blomhoj ve Jensen, 2003).

Matematiğe Yönelik İnanç: Kişinin matematiksel deneyimlerinden kaynaklanan (Cross 2009; Raymond, 2007) matematiksel bir uğraşıya başlama ve matematiği anlama yollarına yön veren (Schonfeld, 1985, 1992, s.358) matematiğe yönelik bilişsel, duyuşsal özellikleri barındıran kişisel bakış açıları (Ernest, 1989; Törner, 1998; Grigutsch ve Törner, 1998).

Matematiğe Yönelik Geleneksel İnanç: Matematiğin kurallar, işlemler topluluğu ve matematik yapmanın formülleri, yöntemleri kullanmak olduğunu; matematiğin ezber yoluyla, bireysel çalışarakve öğretmenleri dinleyerek öğrenileceği görüşüne sahip olmak (Dede ve Karakuş, 2014).

Matematiğe Yönelik Geleneksel Olmayan İnanç: Matematiğin dinamik, göreceli, estetik ve sürekli gelişen bir bilim dalı olduğu; matematiğin etkinliklerle deneyerek, keşfederek, problem çözme etkinlikleriyle, grup çalışmalarıyla, öğrencinin aktif olarak yer aldığı ders ortamlarında öğrenileceği görüşüne sahip olmak (Dede ve Karakuş, 2014).

Q Metodolojisi: Bireylerin bir konuya yönelik algı, kişisel bakış açıları, öznel görüşleri, inançları ve tutumlarını belirlemeye yönelik bir yöntem (Brown 1980; Rozaila, 2008; Stenner, Watts ve Worrell, 2008).

Bütün-Parça-Bütün Öğrenim Modeli: Üç bölümden oluşan ilk önce öğrencilere ne öğrenecekleri hakkında genel bir bakış açısı sunduktan sonra öğrencileri öğrenecekleri içeriğin ayrıntılarına çeken daha sonra bu ayrıntıları daha geniş bir çerçevede birleştirmelerine olanak veren öğrenim modeli (Swanson 1991).

Holistik Modelleme Yeterliği Geliştirme Yaklaşımı: Bireylerin tüm modelleme sürecini ve tüm modelleme yeterliklerini etkinliklerle tecrübe ederek modelleme yeterliklerinin geliştirilmesini amaçlayan yaklaşım (Blomhoj ve Jensen, 2003).

Atomist Modelleme Yeterliği Geliştirme Yaklaşımı: Bireylerin sadece belirli bir modelleme yeterliğine yönelik hazırlanan etkinliklerle çalışarak modelleme yeterliklerinin geliştirilmesini hedefleyen yaklaşım (Blomhoj ve Jensen, 2003).

Çok Yüzeyli Rasch Analizi: Her bir yüzeyi diğer yüzeylerden bağımsız olarak tahmin edebilen ve yüzeyleri ortak bir logit cetvelinde kalibre edip standart hale getirerek bireylerin yeteneklerini, puanlayıcıların katılıklarını ve soruların güçlüğünü karşılaştırma olanağı sunan, yüzeylerin parametrelerini madde, puanlayıcı, test ve grup özelliklerinden etkilenmeden bağımsız ve objektif olarak tahmin edilebilen bir analiz yöntemi (Prieto ve Nieto, 2014; Toffoli, Andrade ve Bornia, 2016)

# BÖLÜM II

# TEORİK ÇERÇEVE

Bu bölümde model, matematiksel model, matematiksel modelleme, matematiksel modelleme yeterlikleri, matematiğe yönelik inanç, matematiksel modelleme yeterlikleri ve matematiğe yönelik inanç kavramlarıyla ilgili açıklamalar yer almaktadır.

## 2.1. Model ve Matematiksel Model

Model, Türk Dil Kurumu'nun sözlüğünde *"Resim, heykel vb. yapılırken baka baka benzetilmeye çalışılan nesne veya kimse, örnek"* olarak tanımlanmaktadır. Literatürde ise model, fiziksel dünyada fark edilebilecek bir veya birkaç kavramın temsili (Freitenhal, Moore, Steiner, 2009.s. 21), dışsal nesnelerin içsel kopya ve sembolleri olarak (Hertz'den aktaran Neunzert, 2015, s.35) gerçek bir sistemin temsilcisi ve modelleme uygulamalarını anlamamızı sağlayan belli özelliklere sahip olan temsiller topluluğu (Ford 2009, s.3; Lehrer ve Schauble, 2003) olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımlar, modellerin genellikle bir nesnenin veya bir sistemin temsilcisi olarak tanımlandığını göstermektedir. Literatürdeki bu tanımların en öne çıkan eksikliği, sadece dış dünyadaki temsil ettiği nesnenin görsel özelliklerine odaklanıyor olmasıdır. Bu tanımlardan farklı olarak Doerr ve English (2003) modeli, sistemleri bize tanıtan, açıklayan veya o sistemlerle ilgili tahminlerde bulunmamızı sağlayan kurallar, ilişkiler, işlemler ve öğeler topluluğu olarak tanımlamıştır. Burada ise matematiğin, modellemenin tanımına dâhil olduğunu görmekteyiz. Neunzert (2015, s.33) ise farklı bir açıdan yaklaşarak modelleri dış dünyanın nasıl işlediğine yönelik inançlarımız olarak tanımlamıştır. Lesh (2009) ise matematikte ve diğer bilim dallarında bireyler deneyimlerini anlamlandırmak için oluşturdukları kavramsal sistemlere model adını vermektedir. Matematiksel model ise gerçek bir durumdan yola çıkılarak yapılan bir takım

varsayımlar neticesinde bazı matematiksel ifadeler içeren ve ne kadar karmaşık olursa olsun gerçek bir durumun bazı yönlerinin sadeleştirilmiş şekilde sunumu şeklinde ifade edilmektedir (Houston, 1997). Bahsedilen model ve matematiksel model tanımlarından yola çıkılarak, modellere ve matematiksel modellere örnek olarak grafiksel temsiller, denklemler, mantıksal temsiller ve fiziksel prototipler, örneğin bir proje ve bir ölçekli prototip bir binanın modeli gösterilebilir (Ford, 1999, s.3; Freitenhal, Moore, Steiner, 2009.s. 21).

Modelleri kullanmamız günlük hayatta birçok alanda işimize yaramaktadır. Modeller bir sistemi, bu sistemi etkileyen çeşitli bileşenleri anlamamızı ve bu sistemin davranışları hakkında tahminler yürütmemizi sağlar (Neunzert, 2015, s.34). Dolayısıyla, yukarıda bahsedilen örneklerden de anlaşıldığı üzere, bilim dünyasındaki birçok gelişme matematiksel modelleme sürecinin bir sonucu olarak görülebilir. Ayrıca, modellerin en önemli faydalarından birisi de, temsil ettiği sisteme dair içerdiği kavramsal özelliklerdir (Lesh 2009). Bununla birlikte, modeller temsil ettiği nesnenin/objenin bütün özelliklerinden ziyade o nesnenin bazı özelliklerine sahip olduğu için o nesnenin sadece basit bir kopyası değildir (Neunzert, 2015, s.34). Başka bir ifadeyle, model gerçek durumların bazı yönlerini belirlemek ve tahmin etmek için kullanılmaktadır (Neunzert, 2015, s.36). Model, inceleyen kişinin ilgi alanını ve kişisel özellikleri ön plana çıkaran, belli sınırları olan ve matematikten oluşan bir sistemin resmi gibidir (Neunzert, 2015, s.36). Modeller, belirlenen modelin kesinliğini belirleyen bazı parametrelerden oluştuğu için modellerin bu sınırlılıkları parametrelere bağlı değişmektedir (Neunzert, 2015, s.37). Burada, modelde hangi parametrelerin önemli olduğu, çelişkili yerlerin olup olmadığı, modeli kararsız hale getirebilecek faktörlerin olup olmadığını araştırmak önemlidir (Neunzert, 2015, s.37).

Modeller vasıtasıyla tahmin edilen sonuçlar, modelleri birbirinden ayıran farklardan biridir. Statik modeller, rastgele meydana gelmeyi reddeder ve aynı veriye göre hep aynı çıktıları almayı bekler. Olasılıksal modeller ise daha istatistiksel yönelimli olup verilenlere göre farklı çıktı almayı mümkün kılar. Modelleri birbirinden ayırabilmenin diğer bir yolu ise modellerin nasıl oluşturulduğudur, yani modellerin yapılarıdır. Bir modelde yer alan her bir aşama modelde yer alan diğer alt basamaklar dikkate alınarak yani modelin yapılandırıldığı hiyerarşisi dikkate alınarak kapsamlı bir teorik bilgi ile açıklanıyorsa bu modellere mekanik modeller denir. Deneysel modellerde ise modelin hiyerarşik yapısını açıklamak yerine farklı durumlarda model ile ortaya çıkan değişimler dikkate alınmaktadır (Lawson ve Marion, 2008). Tablo 1'de bu model çeşitlerine yönelik örneklemeler içermektedir.

Tablo 1

*Model Çeşitlerine Örnekler*

| Model Türü | Deneysel | Mekanik |
|---|---|---|
| Belirleyici (Deterministik) | Bir Regresyon Eğrisi İle Bir Canlının Aldığı Besin İle İlişkili Olarak Büyümesini Tahmin Etmek | Newton Mekaniğine Dayanan Gezegensel Hareket (Diferansiyel Denklemler) |
| Olasılıksal (Stochastic) | Yıllara Göre Canlı Çeşitliliğinin Varyans Analizi | Bireylerin Kalıtsal Hastalıklarının Tespiti (Olasılık Teorisi) |

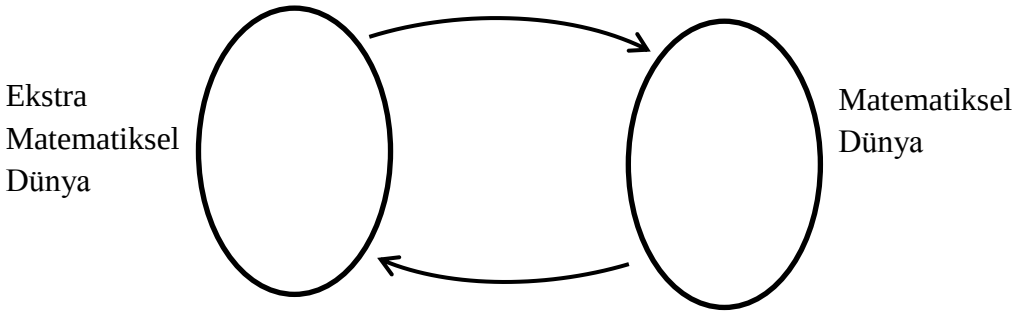
Lawson, D., & Marion, G. (2008). An introduction to mathematical modeling. *Bioinformatics and Statistics Scotland*, 3-13. kaynağından uyarlanmıştır.

De Lange (1996, s.68) ise modelleri normatif model ve betimsel model olmak üzere ikiye ayırmaktadır. Normatif modeller ekonomik uygulamalarda olduğu gibi matematikle sayısal değerlendirmeler yapılmasına imkân veren modellerdir. Betimsel modellerde ise astronomi, fizik ve diğer fen bilimlerinde olduğu gibi matematiğin sadece mevcut durumu açıklamak için kullanıldığı modellerdir. De Lange'nin belirtmiş olduğu normatif model tipi ile Lawson ve Marion'nun belirtmiş olduğu deneysel model tipi sayısal değerlere dayanılarak tahmin yürütüldüğü için benzerlikler göstermektedir. Benzer şekilde, betimsel model ile deneysel model arasında da var olanı açıklamaya çalıştıkları için bir ilişki kurulabilir.

### 2.2. Matematiksel Modelleme

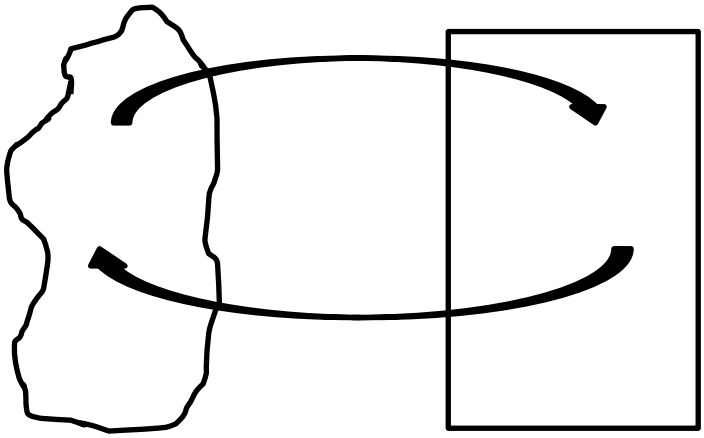
Modelleme, gerçek yaşamda karşılaşılan problemlere çözüm üretilirken farkına varmadan kullanılan bir süreçtir ve karşılaşılan gerçek yaşam problemine matematiksel bir çözüm üretme süreci olarak ifade edilebilir. Modellemenin en sade tanımı ise belli amaçlar doğrultusunda, bilinmeyen veya az bilinen sistemlerin anlaşılması için bilinen sistemlerin kullanılmasıdır (Lesh 2009). Başka bir ifadeyle modelleme, gerçek dünyada yer alan olaylar hakkında tahminler yürütülmesini, dünyadaki gözlenebilen olayların irdelenmesini sağlayan bir süreçtir (Neunzert, 2015, s.34). Formel bir yaklaşımla, A nesnelerden ve bu nesnelerin arasındaki ilişkilerden oluşan bir yapı olsun. Eğer $f$ bu yapının bazı özelliklerini M kümesi ile eşleştirerek M matematiksel nesneler kümesini oluşturuyorsa buradaki $f$ süreci matematiksel modelleme olarak adlandırılır (De Lange, 1996, s.68). Minski (1965) ise modellemenin tanımını "B gözlemcisi A* modelini A nesnesinin modeli olarak kabul

etmektedir ve B gözlemcisi A nesnesiyle ilgili sorularını A* modelini kullanarak açıklamaya çalışması" şeklinde yapmaktadır (Neunzert, 2015, s.34). Buradaki nesne olarak belirtilen ifade ise doğal sistemler, teknik sistemler, ekonomik sistemler, görsel sistemler vb. ilgilenilen her türlü sistem olarak açıklanmaktadır. Gravemeijer (1997) ise modellemeyi iki şekilde ele almaktadır: a) dönüştürme b) düzenleme. Buradaki dönüştürme, gerçek bir problem durumunu matematiksel olarak ifade etme, düzenleme ise problem durumunun yeniden yapılandırıldığı süreçtir. Greer (1997) ise Gravemeijer'in (1997) dönüştürme yaklaşımına benzer şekilde modellemeyi gerçek bir problem durumundan matematiksel formel yapılar oluşturma süreci olarak ifade etmiştir. Houston (1997) ise matematiksel modellemeyi bir model oluşturma, değişiklik yapma ve kullanma süreci olarak ifade etmektedir. Niss, Blum ve Galbraith (2007, s.4) ise De Lange'nin (1996) tanımına uygun olarak matematiksel modellemeyi gerçek dünyanın bir parçası olarak tanımladıkları ekstra matematiksel dünyadan (D) başlatıp matematiksel dünyaya (M) eşleştirme olarak ele almaktadır. Niss, Blum ve Galbraith (2007, s.4), varsayımlar, sınırlandırmalar ve problem üzerinde yapılabilecek bütün yapılandırmaları ekstra matematiksel dünyada (D) yaptıktan sonra yapılan bu yapılandırmaların matematiksel dünyada (M) ifade ettiği anlamlarla eşleştirilmesi ve bulunan sonuçların yeniden D dünyasına transfer edilerek test edilmesi sürecini modelleme döngüsü olarak ele alırken bütün D ve M dünyası arasındaki işlemleri de modelleme olarak tanımlamaktadırlar. Şekil 2'de bu döngünün şeması yer almaktadır.




*Şekil 2.* Modelleme döngüsü ve modelleme süreci. Niss, M., Blum, W., & Galbraith, P. L. (2007). Introduction. In M. Niss, W. Blum, H. Henn, & P. L. Galbraith (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education* (pp. 3-32). New York: Springer. kaynağından uyarlanmıştır.

Niss vd.'nin (2007) modelleme tanımına benzer şekilde Borromeo Ferri (2018, s.13) matematiksel modellemeyi gerçeklikle matematik veya matematikle gerçeklik arasındaki geçiş olarak tanımlamaktadır. Şekil 3'te bu döngünün şeması yer almaktadır.

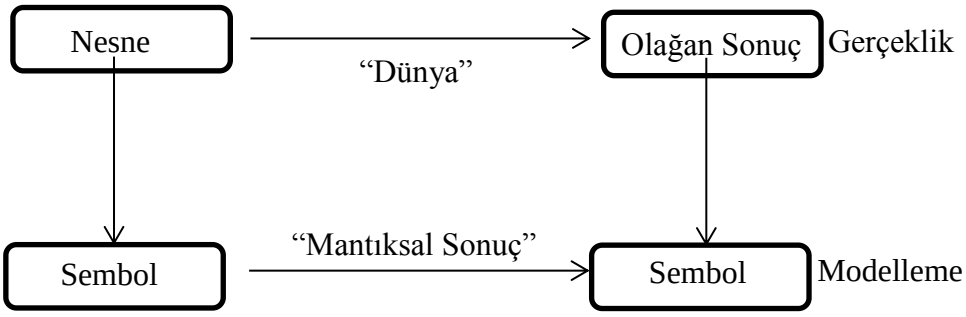



*Şekil 3.* Modelleme döngüsü ve modelleme süreci. Ferri, R. B. (2018). *Learning how to teach mathematical modeling in school and teacher education*. Switzerland: Springer International Publishing. kaynağından uyarlanmıştır.

Yukarıda verilen tanımlar göz önüne alındığında, matematiksel modellemenin tanımı, bir problem durumunun matematiksel olarak ifade edilmesi veya gerçek yaşamda yer alan bir durumun matematiksel dünyaya aktarımı ile matematiksel sonuçlara ulaşılarak modelin doğrulanma süreci olarak düşünülebilir. Niss vd.'nin (2007) ve Borromeo Ferri'nin (2018) tanımılarına odaklanılacak olunursa, her iki tanımda da matematiksel modelleme döngüsel bir süreç olarak ele alınmıştır. Şimdiki çalışmada ise Niss vd.'nin (2007) ve Borromeo Ferri'nin (2018) matematiksel modelleme tanımları benimsenmiş ve matematiksel modellemenin döngüsel bir süreç olduğu kabul edilmiştir.

## 2.3. Matematiksel Modelleme Döngüsü

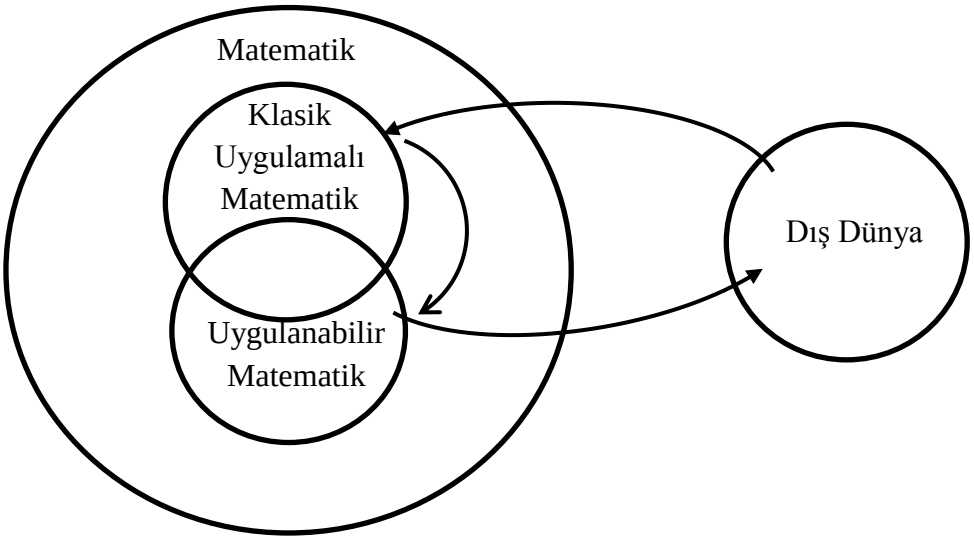
Matematiksel modellemenin döngüsel sürecini birçok araştırmacı farklı yaklaşımlarla ele almıştır. Bu farklı yaklaşımların tamamında, modelleme döngüsü bir gerçek yaşam durumu veya problemiyle başlamıştır. Bu döngüsel süreçlerin tamamı problem durumunda bir takım yapılandırmalar yapmayı, problem durumunu matematiksel olarak ifade etmeyi, oluşturulan matematiksel ifadelerin çözülerek sonuca ulaşmayı ve bulunan sonuçların doğrulanarak yorumlanmasını içermektedir. Araştırmacılar bu modelleme aşamalarını, öğrencilerin nasıl deneyimlediklerini ve bu aşamalarda hangi davranışları gösterdiklerini bu modelleme döngüleri aracılığıyla açıklamaya çalışmışlardır. Bu kapsamda, Hertz (1896, s.1) tarafından sunulan bir matematiksel modelleme döngüsü örneği, Şekil 4'te verilmiştir (Neunzert, 2015, s.34).




*Şekil 4.* Matematiksel modelleme döngüsü. Neunzert, H. (2015). *Currents in industrial mathematics*. Springer, Berlin, Heidelberg. kaynağından uyarlanmıştır.

Hertz (1896, s.1) matematiksel modellemeyi net bir biçimde tanımlamamış olsa da Şekil 4'te görüldüğü gibi, modelleme döngüsüne benzer bir süreci açıklamıştır. Bundan dolayı, bu süreci modelleme süreci olarak ele alabiliriz. Hertz (1896, s.1) dış dünyaya ait bilgilerin gelecekte karşılaşılacak olan problemleri çözmemizi sağlaması gerektiğini ve bunun da yaşanmış durumlardan, rastgele gözlemlerden veya önceden gerçekleştirilmiş olan deneyler vasıtasıyla olabileceğini belirtmiştir. Ayrıca, burada belirtilen problem çözme sürecinin ilk önce dışsal nesnelerin içsel sembollerini oluşturmakla başladığını ve sembolleri veya imajları oluşturulan dışsal dünyadaki bu nesnelerin mantıksal sonuçlarının bizim düşüncelerimizde yer alan ve gerekli gördüğümüz özelliklerin imajları olduğunu belirtmiştir. Buradaki sembolleri oluşturulan nesnelerin düşüncelerimizde yer alan gerekli özellikleriyle nesnelerin mantıksal sonuçlarının birbirine benzemesi gerektiğini ifade etmiştir. Burada bahsi geçen nesnelerin mantıksal sonuçlarının modelleme süreci sonucunda oluşmuş yapılar olduğu söylenebilir. Ayrıca Neunzert (2015, s.34) de aynı şekilde buradaki sembolleri oluşturulan nesnelerin mantıksal sonuçlarının aslında bir matematikleştirme süreci olduğunu ifade etmiş, dolayısıyla Hertz'in (1896, s.1) anlattığı bu sürecin adını matematiksel modelleme olarak açıkça ifade etmemesine rağmen bir matematiksel modelleme süreci olduğunu belirtmiştir.

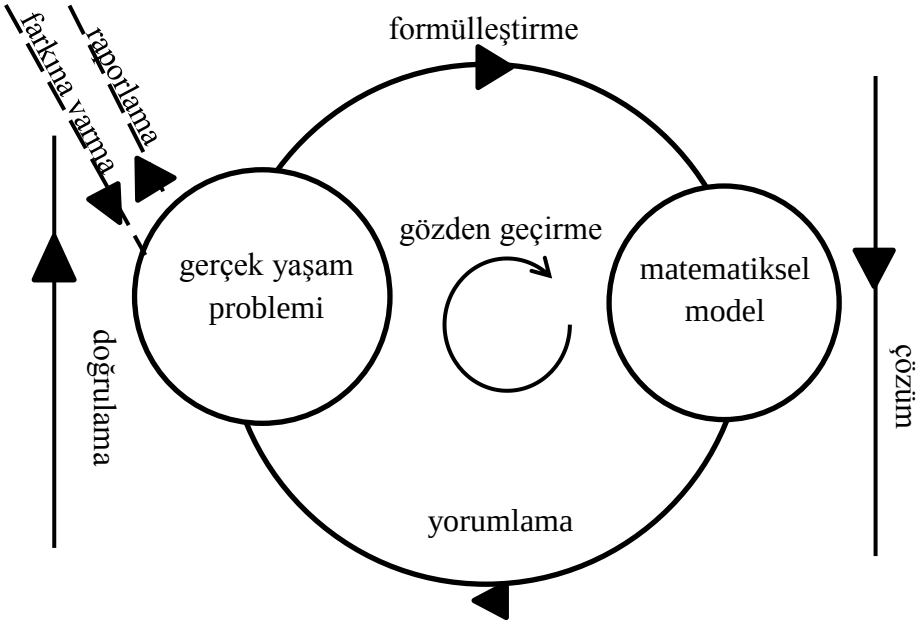
Pollak (1979, s.233) ise matematiksel modelleme döngüsünü uygulamalı matematiğin dört farklı tanım çerçevesinde ele almış ve bu tanımları Şekil 5'te gösterildiği gibi açıklamıştır.



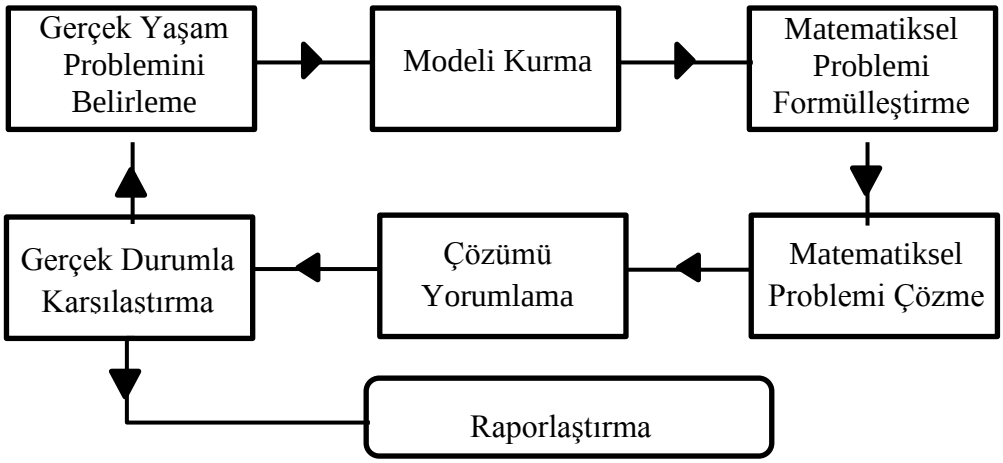

*Şekil 5.* Matematiksel modelleme döngüsü. Pollak, H. (1979). The interaction between mathematics and other school subjects. In UNESCO (Eds.), *New trends in mathematics teaching IV*. Paris: UNESCO, (pp.232-248). kaynağından uyarlanmıştır.

Şekil 5'ten görüldüğü üzere, Pollak (1979, s.233) uygulamalı matematik ile uygulanabilir matematik arasındaki ayrımı yaparken, uygulamalı matematiğin tüm örneklerinin gerçek dünyada karşılığı olmadığını, gerçek dünyada karşılığı olan matematiğin ise uygulanabilir matematik olduğunu belirtmiştir. Dış dünyayı ise niceliksel muhakemenin veya modellemenin yapıldığı yer olarak tarif etmiştir (Pollak, 1979, s.235). Matematik diğer disiplin alanlarına uygulanırken durumu anlama, durumu formülleştirme (matematikleştirme), kurulan matematiksel modeli çözme, çıkan sonuçları inceleme, sonuçları gerçek durumla karşılaştırarak değerlendirme olarak ifade ettiği adımları takip ettiğini belirtmiştir. Bu süreci de model oluşturma süreci olarak belirtmiştir (bkz., Pollak, 1979, s.237).

Burkhardt (Burkhardt 1981, s.3'den aktaran Kaiser, 1989) ise matematiksel modelleme sürecini Şekil: 6'daki gibi ifade etmiştir. Burkhardt'ın matematiksel modelleme süreci gerçek yaşam probleminin farkına varılmasıyla başlamış, daha sonra bu gerçek yaşam probleminin formülleştirilerek matematiksel modelin oluşturulmasıyla devam edip, oluşturulan matematiksel modelin çözümünü yorumlandıktan sonra, çözümün gerçek yaşam problemiyle doğrulanmasını ve raporlanmasını içermektedir. Bu süreçte matematiksel model oluşturulduktan sonra gerekli görüldüğü durumda, modelin yeniden gözden geçirilmesini ve varsa gerekli düzeltmelerin yapılmasını içermektedir.



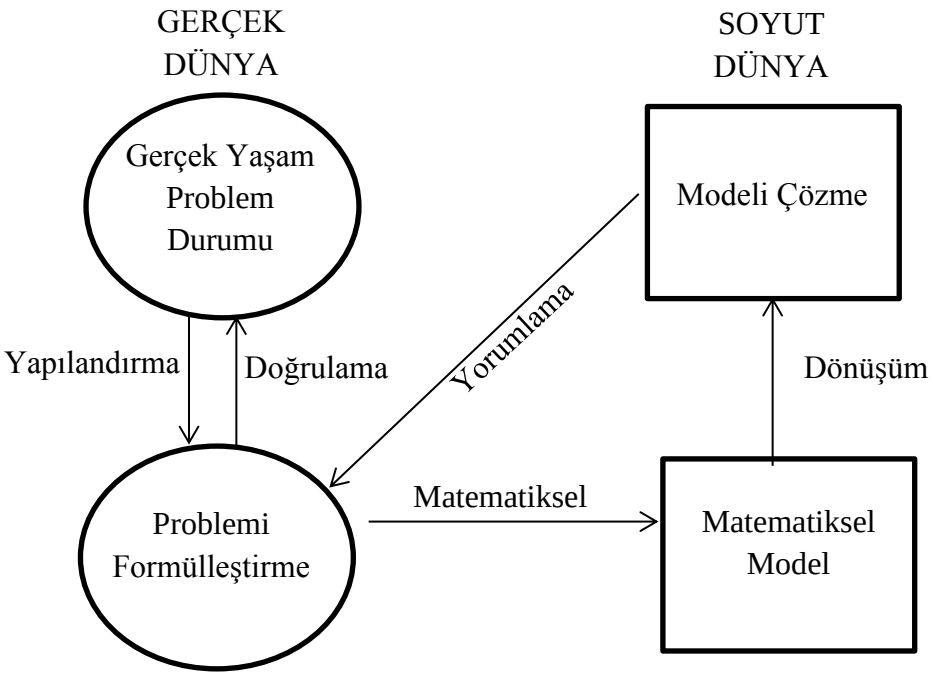

*Şekil 6.* Matematiksel modelleme süreci. Kaiser-Meßmer, G. (1989). Aktuelle richtungen innerhalb der diskussion um anwendungen im mathematikunterricht. *Journal für Mathematik-Didaktik, 10*(4), 309-347. kaynağından uyarlanmıştır.




*Şekil 7.* Matematiksel modelleme süreci. Mason, J. (1984). What do we really want students to learn?. *Teaching at a Distance, 25,* 4-11. kaynağından uyarlanmıştır.

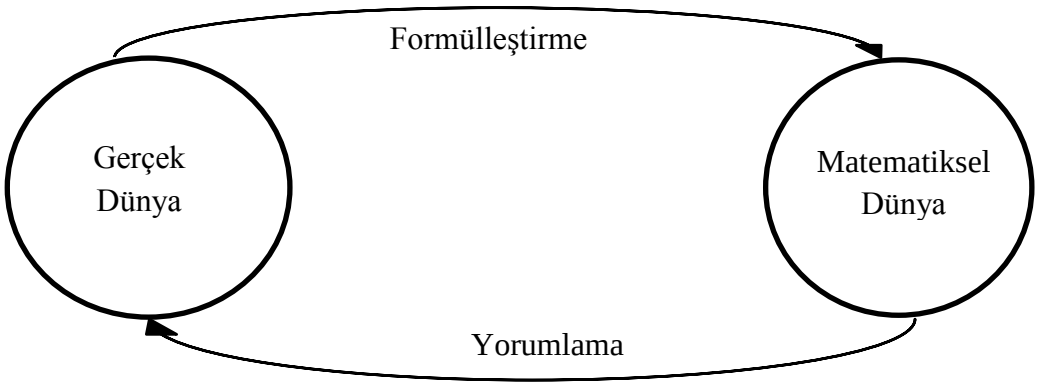
Buradaki gerçek yaşam problemini belirleme aşamasını, Mason (1984, s.230) gerçek yaşamda yer alan problem durumunun farkına varma ve anlama, başka bir ifadeyle kurulacak olan modelde problem durumunun hangi özelliklerinin alınacağını ve hangilerinin alınmayacağını belirleme durumu olarak açıklamıştır. Model kurma aşamasını ise Mason (1984, s.231) öğrencilerin en fazla yardıma ihtiyaç duyduğu ve en fazla yetenek gerektiren kısım olarak ifade etmektedir..Bu aşamayı, problem durumunun modele dahil edilmek

istenen özellikler ve bu özelliklerin modele niçin dahil edildiklerinin açıklamasının yapıldığı aşama olarak belirtmiş ve genellikle matematiksel denklem ve eşitsizlikler şeklinde verildiğini ifade etmiştir. Bu aşamada asıl yapılması gereken şey ise öğrencilerin modelleme aşamalarını tecrübe etmeleri gerektiğini başka bir ifadeyle, öğrencilerin zihinsel ve metaforik olarak modelleme aşamalarının üstünde uğraşmaları gerektiğini belirtmiştir. Mason (1984, s.231) matematiksel problemin formülleştirilmesi aşamasında ise sözel ifadelerin sembollere aktarılmasının göründüğü kadar kolay olmadığını fakat bilinenler ve istenenler üstüne odaklanılmasının öğrencilerin matematiksel problemi formülleştirmesini kolaylaştıracağını ifade etmiştir. Ayrıca Mason (1984, s.232) problemi çözme aşamasında, problemi çözerken kullanılan matematiksel teknik veya teoriden ziyade modellemenin gerektirdiği metaforik ve kavramsal düşünme üzerinde odaklanılması gerektiğini aksi halde modelleme yapmanın sadece bölüm sonlarındaki egzersizleri çözmekten öteye gidemeyeceğini de belirtmiştir. Çözümü yorumlama aşamasının da, kavramsal ve metaforik modelleme aşamalarını geriye doğru takip etmeyi içerdiğini belirtmiştir. Mason (1984, s.232) modelin gerecek yaşam problemiyle karşılaştırılması aşamasının fazla üstünde durulmadığını halbuki çoğu örnekte modelleme süreci sonunda verilen modellerin ilk oluşturulan modellerden ziyade birkaç denemeden sonra oluşturulan modeller olduğunu, bu nedenle bu aşamanın modelleme sürecini bir döngü haline getirdiğini ifade etmiştir. Bundan dolayı, bu aşamada bulunan sonuçların gerçek problem durumuyla uyumunun ve gerçek yaşamda uygulanabilirliğinin kontrol edilmesini içerdiğini söylenebilir. Mason (1984, s.232) raporlaştırma aşamasında ise modeli oluşturan kişinin o modeli kullanan kişi gibi davranıp kurulan modeli açıklaması gerektiğini belirtmiştir.




*Şekil 8.* Matematiksel modelleme süreci. National Council of the Teachers of Mathematics [NCTM] (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: Author. kaynağından uyarlanmıştır.

[NCTM] (1989, s.138) ise modelleme döngüsünü, tekrarlayan beş adımlı bir süreç olarak görmektedir. Bu süreç, Şekil 8'den de görüleceği üzere, mevcut problem durumunun yapılandırılmış ve basitleştirilmiş halinin oluşturulması, oluşturulan basitleştirilmiş problem durumunun matematiksel modelinin oluşturulması, matematiksel model çerçevesinde çözümlerin belirlenmesi, bulunan sonuçların yapılandırılmış problem durumu dikkate alınarak yorumlanması, yapılandırılmış problem durumunun çözümlerinin aynı zamanda gerçek problem durumunun çözümleri olabileceğinin doğrulanması şeklinde beş farklı aşamadan oluşmaktadır. Eğer bulunan sonuçlar, gerçek yaşam durumlarıyla doğrulanabilirse modelleme süreci bitmiş demektir, aksi halde model matematikleştirmeden başlayarak revize edilir. NCTM, bu modelleme süreci önerisinde matematiksel işlemlerin olduğu döngüyü ise soyut dünya olarak adlandırmıştır.

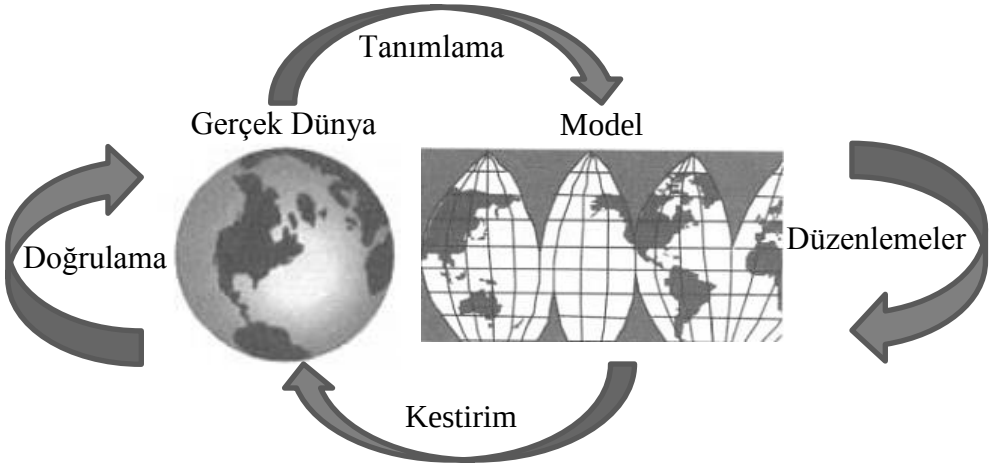



*Şekil 9.* Modelleme döngüsü ve modelleme süreci. Berry, J., & Houston, K. (1995). *Mathematical modelling.* Oxford: Elsevier. kaynağından uyarlanmıştır.

Berry ve Houston (1995, s.24) ise matematiksel modellemenin aşağıdaki süreçleri içerdiğini belirtmiştir:

- Problemi anlama
- Problem durumunun önemli özelliklerini belirleme
- Problem durumuyla ilgili basitleştirmeler ve varsayımlar yapma
- Değişkenleri belirleme
- Alt modeller kullanma
- Değişkenler arası ilişkileri belirleme
- Denklemleri çözme
- Modeli doğrulama ve yorumlama
- Gerekliyse modelle ilgili geliştirmeleri yapma
- Sonuçları raporlama

Bununla birlikte Berry ve Houston (1995, s.24), bütün bu sürecin üç temel süreçten oluştuğunu belirtmiştir. Bu süreçlerin gerçek dünyada yer alan bir durumun matematiksel ifadelerle formülleştirilmesi başka bir ifadeyle, matematiksel olarak ifade edilmesi daha sonra oluşturulan bu matematiksel ifadelerin çözülmesi ve son olarak bulunan ifadelerin yorumlanması olarak ifade etmiştir. Bu süreç, Şekil 9'daki gibi görselleştirilmiştir.

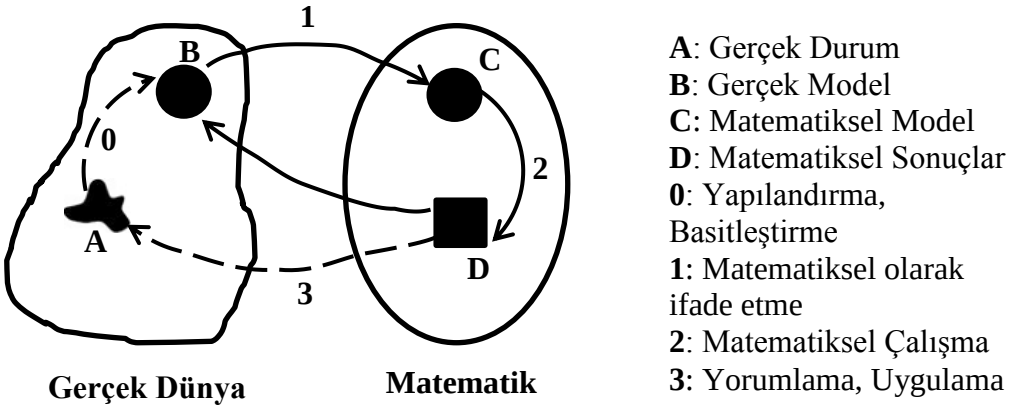



*Şekil 10*. Matematiksel modelleme döngüsü. Lesh, R. A. & Doerr, H. (2003). Foundations of model and modelling perspectives on mathematics teaching and learning. In R. A. Lesh, & H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: a models and modelling perspectives on mathematics teaching, learning and problem solving* (pp. 3-33). Mahwah, NJ: Lawrance Erlbauum. kaynağından uyarlanmıştır.

Lesh ve Doerr (2003, s.17) ise modelleme döngüsünün dört süreçten oluştuğunu belirtmektedir. Onlar'a göre, modelleme tanımlama süreci ile başlamaktadır. Tanımlama gerçek dünyadaki durum ile model oluşturulan dünyadaki durumun eşleştirilmesi ile ifade edilmiştir. Sonraki süreç ise modelde gerçek dünyadaki problem durumuyla ilgili tahmin ve değerlendirmeler yapabilmemize imkân sağlayan bir takım değişiklikler ve düzenlemeler yapmaktır. Daha sonraki süreç ise bulunan sonuçları gerçek dünyadaki problem durumuna taşımak ve gerçek dünyadaki problem durumuyla ilgili tahminler yapmaktır. En son süreç ise gerçek dünyadaki problem durumuyla ilgili yapılan tahminlerin kullanışlılığını da dikkate alarak sonuçları doğrulamaktır. Lesh ve Doerr'in (2003, s.17) yaptığı bu modelleme döngüsü tanımı aynı zamanda model oluşturma yaklaşımının kavramsal çerçevesini de oluşturmaktadır. Lesh ve Doerr (2003, s.17) modelleme döngüsünü Şekil 10'da görüldüğü gibi özetlemiştir.

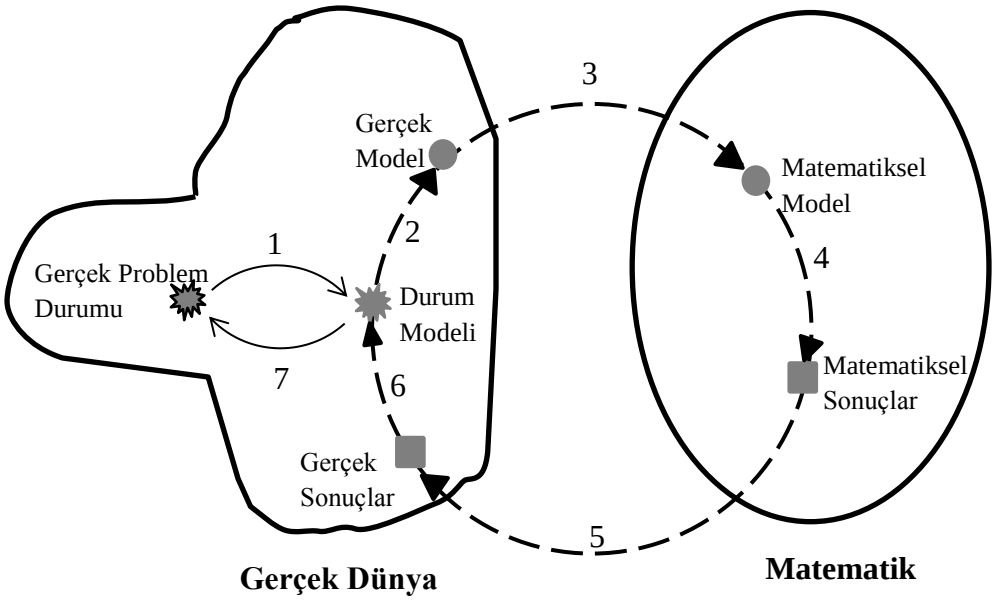
Blum (1975) ise lineer optimizasyon problemlerinin öğretim ortamlarında kullanılması üzerine yaptığı çalışmada modelle döngüsüne benzer bir süreci ortaya koymuş ama bu süreci matematiksel modelleme olarak tanımlamamıştır. Blum sonraki çalışmalarında (Blum, 1977, 1978) ise lineer optimizasyon problemleri için çözüm bulma olarak ifade ettiği süreci daha sonraki (bkz. Blum, 1983) yaptığı çalışmada modelleme süreci olarak ifade etmiştir. Sonraki çalışmasında ise Blum (1985) bu süreci daha geliştirerek matematiksel modelleme sürecinin Şekil 11'de gösterildiği gibi gerçek dünya ve matematiksel dünya arasındaki bir süreç olarak dört aşama ve dört süreçten oluştuğunu belirtmiştir. Bu süreçleri, problem

durumunu yapılandırma veya basitleştirme, matematiksel olarak ifade etme, matematiksel çalışma, yorumlama uygulama, aşamaları ise gerçek durum, gerçek model, matematiksel model ve matematiksel sonuçlar şeklinde belirtmiştir.




*Şekil 11.* Modelleme döngüsü ve modelleme süreci. Blum, W. (1985). Anwendungsorientierter mathematikunterricht in der didaktischen disukussion. *Mathematische Semesterberichte, 32*(2), 195-232. kaynağından uyarlanmıştır.

Blum (1985) tarafından Şekil 11'de önerilen model sonraki yıllarda yine Blum (2006) tarafından yapılan diğer bir çalışmada daha da detaylandırılarak problemi anlama, doğrulama ve durum modeli, gerçek sonuçlar aşamaları modelleme sürecine dâhil edilmiştir. Bu çalışmaya ek olarak Blum ve Leiβ (2007, s.225) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise yedinci bir süreç olarak sonuçları ortaya koyma modelleme sürecine dâhil etmiştir. Blum ve Leiβ (2007, s.225) tarafınan öne sürülen modelleme süreci Şekil 12'de gösterilmiştir.

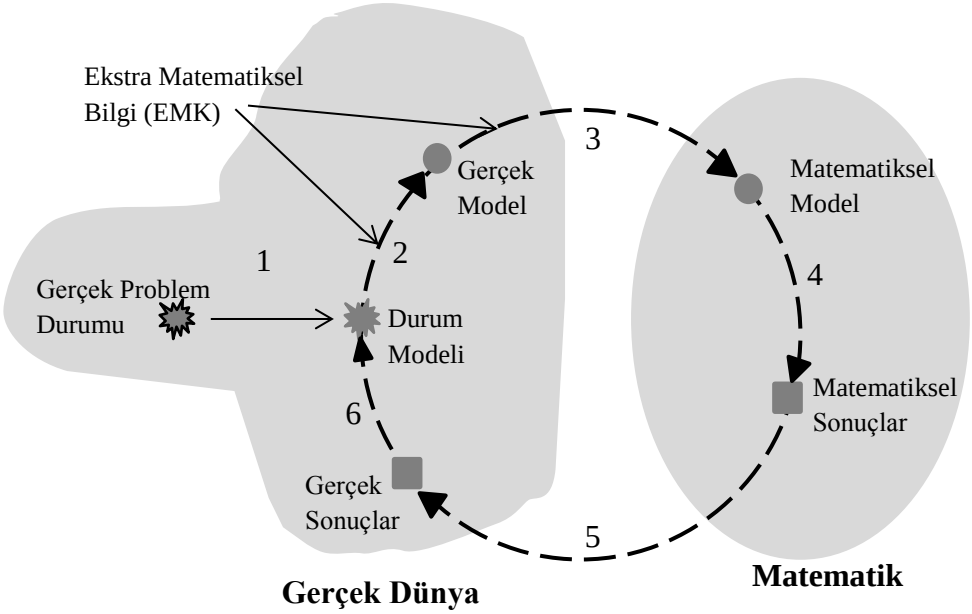



*Şekil 12.* Modelleme döngüsü ve modelleme süreci. Blum, W., & Leiβ, D. (2007). How do students and teachers deal with modelling problems? In Haines, C., Galbraith P., Blum, W. & Khan, S. (Eds.), *Mathematical modeling (ICTMA 12): education, engineering and economics,* (pp.222-231). Chichester: Horwood Publishing. kaynağından uyarlanmıştır.

Şekil 12'de belirtilen rakamlarla belirtilen süreçler şu şekilde tanımlanmıştır:

1) Anlama ve oluşturma
2) Yapılandırma ve basitleştirme
3) Matematikleştirme
4) Matematiksel Çalışma
5) Yorumlama
6) Doğrulama
7) Sonuçları ortaya koyma

Borromeo Ferri ise Şekil 12'de gösterilen Blum ve Leiβ'e (2007, s.225) ait modelleme şemasını adapte ederek Blum ve Leiβ'in (2007, s.225) çalışmalarında modelleme şemasına dâhil ettikleri "durum modeli" aşaması yerine "durumun zihinsel gösterimi" ismini kullanmıştır. Borromeo Ferri (2006) bireylerin gerçek durumun modelini zihinlilerindeki süreçlerden sonra oluşturdukları için "durumun zihinsel temsili" ifadesinin "durum modeli" ifadesinden daha uygun olacağını belirtmiştir. Ayrıca Borromeo Ferri (2006) oluşturmuş olduğu şemada bireylerin problem durumunu yapılandırırken ve matematikleştirirken güçlü bir ekstra matematiksel bilgiye ihtiyaç duyacağını belirterek, oluşturduğu modelleme döngüsü şemasına matematiksel bilgi ifadesini de dâhil etmiştir. Borromeo Ferri'nin (2006) oluşturduğu modelleme döngüsü şeması Şekil 13'te verilmiştir.




*Şekil 13.* Modelleme döngüsü ve modelleme süreci. Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education, 38*(2), 86–95. kaynağından uyarlanmıştır.

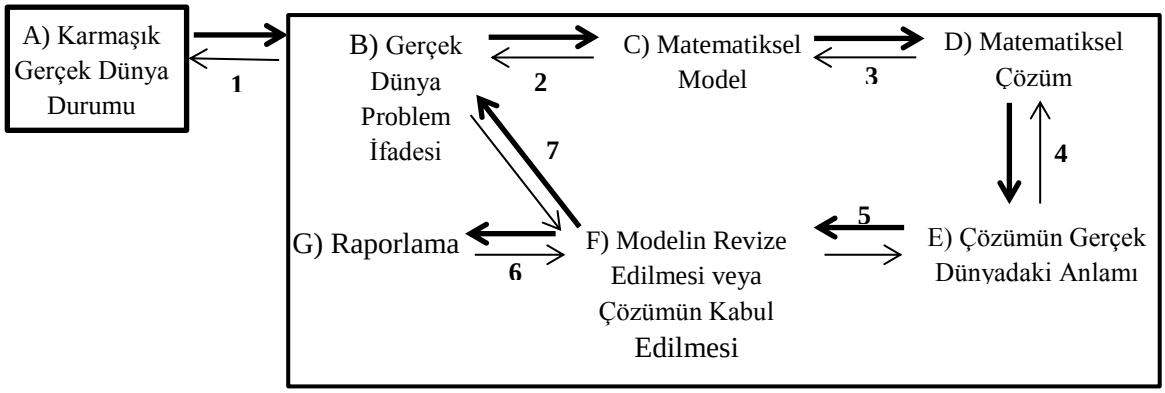
Borromeo Ferri'nin (2006) Modelleme döngüsü şemasında belirttiği süreçler ise aşağıda verilmiştir:

1) Problemi anlama
2) Verilen problem durumuna göre değişen ekstra matematiksel bilgiler kullanarak problem durumunu yapılandırma ve basitleştirme
3) Matematikleştirme, burada birey ekstra matematiksel bilgiye çok ihtiyaç duyar.
4) Matematiksel Çalışma, bireyler matematiksel yeterliklerini burada kullanırlar
5) Yorumlama
6) Doğrulama

Borromeo Ferri (2006) yaptığı bu çalışmasında modelleme döngülerini sınıflandırmak adına bu döngülerde yer alan gerçek durum (RS), durumun zihinsel temsili (MRS), durum modeli (SM), matematiksel model (MM) süreçlerini kullanarak modelleme döngülerini dört ayrı sınıfa ayırmıştır. Bu sınıflandırmada durum modeli (SM) durumun zihinsel temsili (MRS) aynı anlamda kullanılmıştır. Borromeo Ferri (2006) yaptığı sınıflandırmada birinci grubu gerçek modelin ve durum modelinin ayrı anlamda kullanıldığı döngüler, ikinci grubu gerçek model ile durum modelinin karışık kullanıldığı döngüler, üçüncü grubu gerçek modelin ve durum modelinin aynı anlamda kullanıldığı döngüler, dördüncü grubu gerçek durumdan matematiksel modele direk geçişlerin olduğu döngüler oluşturmaktadır.

Stillmann vd. (2007) oluşturdukları matematiksel modelleme döngüsünün öğrencilerin modelleme sürecindeki davranışlarını incelmek ve öğretmenlerin öğrencilerin modelleme süreçlerini daha iyi anlamalarını ve öğrencilere daha iyi dönüt vermelerini sağlamak amacı taşıdığını ifade etmişlerdir. Bundan dolayı Stillmann vd. (2007) oluşturdukları modelleme süreci döngüsünü diğer araştırmacılara nazaran biraz daha detaylandırmışlardır. Stillmann vd. (2007) A'dan G'ye kadar olan harflerin modelleme döngüsündeki her bir aşamayı, bu aşamalar arasındaki kalın çizgiler ise her bir aşama arasındaki geçişi temsil ettiğini ve daha ince ve ters yönelimli olan çizgiler ise modelleme sürecinin lineer olmadığını vurgulamak için olduğunu belirtmişlerdir. Stillmann vd.'nin (2007) oluşturdukları modelleme döngüsünde birey modelleme sürecinde bir aşamada takılırsa veya değiştirmek istediği bir şey olursa bir sonraki aşamaya geçmeden bir önceki aşamaya geri dönerek modelinde gerekli değişimleri yaparak bir sonraki aşamaya geçebilmektedir. Bunun yanı sıra Stillmann vd.'nin (2007) diğer araştırmacıların ortaya koydukları modelleme döngülerinden başka bir farkı da

üstbilişsel faaliyetleri bu modelleme döngüsü ile hesaba katmalarıdır. Stillmann vd.'nin oluşturmuş oldukları modelleme döngüsü Şekil 14'te verilmiştir.




*Şekil 14.* Modelleme döngüsü ve modelleme süreci. Stillman, G., Galbraith, P., Brown, J., & Edwards, I. (2007). A framework for success in implementing mathematical modelling in the secondary classroom. *Mathematics: Essential Research, Essential Practice, 2*, 688-697. kaynağından uyarlanmıştır.

1) Gerçek dünya durumunu anlama, yapılandırma, basitleştirme, yorumlama

2) Varsayımda bulunma, formülleştirme, matematikleştirme

3) Matematiksel Çalışma

4) Matematiksel sonuçları yorumlama

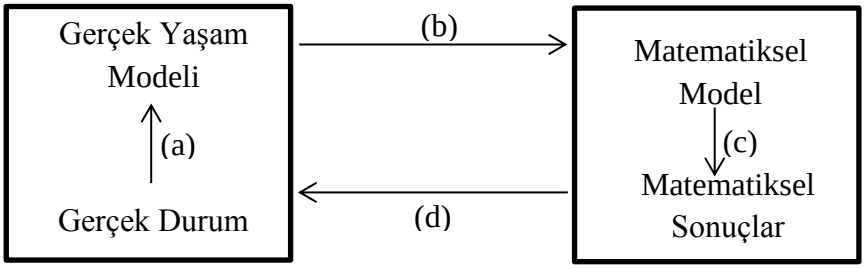
5) Karşılaştırma, tahkik etme, doğrulama

6) İletişim kurma, doğrulama

7) Modelleme sürecinden bir daha geçme

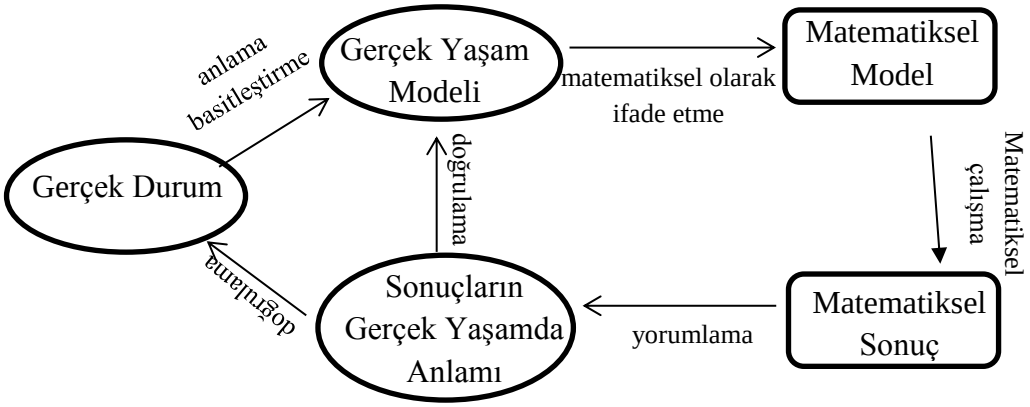
Kaiser (1995'den aktaran, Kaiser 2005) modelle döngüsünün dört temel aşama ve süreç ile ele almıştır. Bu aşama ve süreçler Şekil: 15'te gösterilmektedir:

a) Gerçek durum yapılandırılarak gerçek yaşam modeli oluşturulur.
b) Gerçek yaşam modeli matematiksel olarak ifade edilerek gerçek durumun matematiksel modeli oluşturulur.
c) Matematiksel işlemler yapılarak matematiksel modelin sonuçları bulunur ve yorumlanır.
d) Bulunan sonuçların doğruluğu kontrol edilir.




*Şekil 15.* Modelleme döngüsü ve modelleme süreci. Kaiser, G. (2005). Mathematical modelling in school – Examples and experiences. In H.-W. Henn & G. Kaiser (Eds.), *Mathematikunterricht im spannungsfeld von evolution und evaluation. festband für Werner Blum*(pp. 99–108). Hildesheim: Franzbecker. kaynağından uyarlanmıştır.

Kaiser ve Stender (2013, s.279) bir diğer çalışmada ise Kaiser'in (2005) oluşturduğu Şekil 15'te yer alan modelleme döngüsünü geliştirerek modelleme döngüsüne sonuçların gerçek yaşamda anlamı şeklinde ifade edilen bir başka aşama dâhil etmiş ve süreçlere ise yorumlamayı eklemişlerdir. Ayrıca sonuçların gerçek yaşamda anlamı aşamasından gerçek duruma ve gerçek yaşam modeline geçiş sürecine doğrulamayı dâhil etmişlerdir. Kaiser ve Stender'in (2013) oluşturmuş olduğu modelleme döngüsü Şekil 16'da yer almaktadır:




*Şekil 16.* Matematiksel modelleme döngüsü. Kaiser, G., & Stender, P. (2013). Complex modelling problems in co-operative, self-directed learning environments. In Stillman G., Kaiser G., Blum W., & Brown J. (Eds.), *Teaching mathematical modelling: Connecting to research and practice* (pp. 277–293). New York: Springer. kaynağından uyarlanmıştır.

Burada bahsi geçen tanımlar (Berry ve Houston, 1996, s.24; Blum ve Leiβ, 2007, s.225; Borromeo Ferri, 2006; Burkhardt,1981, s.3; Hertz, 1986, s.1; Kaiser ve Stender, 2013, s.279; Lesh ve Doerr, 2003, s.17; Mason, 1984, s.228; NCTM, s.138; Pollak, 1979, s.233; Stillmann vd., 2007;) dikkate alındığında modelleme döngüsü şemaları araştırmacılar tarafından farklı şekilde oluşturulsalar bile matematematiksel modellemenin "problemi anlama, problem durumunu matematikleştirme, matematiksel sonuç bulma, yorumlama ve

doğrulama" olmak üzere temel olarak dört süreçten oluştuğunu söyleyebiliriz. Hertz (1896, s.1)'in dışsal nesnelerin içsel sembolleriyle anlatmak isteği sürecin bir matematikleştirme ve dolayısıyla bir modelleme süreci olduğu söylenebilir. Pollak (1979, s.233) ise modelleme sürecinin Hertz'in matematikleştirme sürecine benzer şekilde dış dünyadan klasik uygulamalı matematiğe uygulanabileceğini belirtmiş fakat modelleme sürecinin dış dünyada başlayacağını ve problemi anlama, matematikleştirme, matematiksel çözüm bulma, sonuçları yorumlama ve doğrulama basamaklarının model oluşturma sürecini oluşturduğunu belirtmektedir. Pollak (1979, s.23) modelleme sürecinin sadece bir defa değil bir model oluşturma sürecinde birden fazla bu döngü içerisinde bulunulabileceğini belirtmiştir. Burada birden fazla modelleme döngüsü içerisinde bulunulabileceğini belirtmekle model revize etme sürecini anlatmaya çalıştığını söyleyebiliriz. Pollak'ın (1979, s.237) ortaya koyduğu bu süreç Burkhardt'ın (1981) modelleme süreciyle aynı özellikleri taşımakla birlikte Burkhardt'ın (1981) modelleme süreci problemin farkına varılması ile başlamaktadır. Burada Burkhardt'ın problemin farkına varılması aşamasının Pollak'ın (1979, s.237) problemin anlaşılması aşamasıyla aynı süreç olduğu söylenebilir. Ayrıca Burkhardt (1981) matematiksel model oluşturulduktan sonra modelin revize edilmesini şemasına dâhil etmişken Pollak (1979, s.237) bu aşamayı açıkça belirtmemiş fakat modelleme sürecinin bir döngü olduğunu ve modelleme yapan bir bireyin bu döngüde birçok defa yer alabileceğini ifade etmiştir. Aynı şekilde Mason da (1984, s.228) Pollak (1979, s.233) ve Burkhardt'ın (1981) modelleme sürecini gösteren benzer bir döngüyü belirlemiştir. Bu döngülerde gerçek dünya ve matematiksel dünya ayrı şekilde belirtilmemişlerdir. Blum (1985) ise modelleme döngüsünü Mason (1984, s.228), Pollak (1979, s.233) ve Burkhardt'tan (1981) farklı olarak modelleme döngüsünü dört aşama ve dört süreç olarak ele almıştır ayrıca Blum (1985) modelleme döngüsünde gerçek dünya ve matematiksel dünyayı açık şekilde ayrı olarak belirtmiştir. Fakat Pollak'ın (1979, s.233) yaptığı çalışmayla benzer şekilde matematiksel sonuçtan sonra modeli revize etme sürecini şemasında belirtmesine rağmen bu süreci isimlendirmemiştir. NCTM de Blum'un (1985) döngüsüne benzer şekilde gerçek dünya ile matematiksel dünyayı ayrı ele almıştır. Fakat Blum'un (1985) döngüsünden farklı olarak matematiksel dünyaya soyut dünya şeklinde ifade etmişlerdir. Ayrıca Blum'un (1985) döngüsünde yer alan matematiksel sonuçlar yerine modeli çözme aşamasını ele alınmıştır. Modeli çözme ve matematiksel sonuçlar aşaması her ne kadar isimleri farklı olsa da aşamalardaki süreçler ve aşamaları işlevleri incelenecek olursa bu iki aşamanın aynı işleve sahip olduğunu görebiliriz. Fakat NCTM'nin (1989, s.138) modeli revize etme aşamasının

Mason (1984, s.228) ve Pollak'ın (1979, s.233) döngülerinde olduğu gibi olduğu gibi açık şekilde ifade edilmemiştir. Berry ve Houston (1995, s.24) ise diğer araştırmacılardan farklı olarak modelleme döngüsünün temel olarak üç aşamadan oluştuğunu belirtmiştir ve ortaya koyduğu modelleme döngüsünde bu üç aşamanın formülleştirme, çözme ve yorumlama olarak belirtmiştir. Fakat aynı çalışmasında bu temel üç aşamanın altında farklı süreçlerin olduğunu ifade etmiştir. Houston'un (1995, s.24) ifade ettiği bu alt süreçlerin Blum'un (2007, s.225) çalışmasındaki süreç ve aşamalarla benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte Berry ve Houston'nun (1995, s.24) belirttiği bu alt süreçler Blum'un (2007, s.225) çalışmasından daha geniş şekilde ele alınmıştır. Lesh ve Doerr'in (2003, s.17) modelleme döngüsü ise model ve gerçek dünyanın eşleştirilmesi ve modelin gerçek dünyadaki durumla ilgili kestirimler yapmamızı sağlaması açısında Hertz'in (1896, s.1) modelleme tanımıyla benzeşmektedir. Fakat Hertz (1896, s.1) yaptığı bu tanımları ve belirttiği bu süreçleri açık olarak modelleme olarak ifade etmemiştir. Lesh ve Doerr'in (2003, s.17) modelleme tanımında yer alan dört süreç isim olarak Blum'un (1985) belirtmiş olduğu süreçlerden farklı olmasına rağmen aynı aşamalar arasında aynı geçiş işlevini yaptığını söyleyebiliriz. Ferri (2006) ve Blum'un (2007, s.225) oluşturdukları modelleme döngüleri arasındaki fark Blum (2007, s.225) gerçek problem durumundan sonra durum modeline geçiş yaparken Ferri (2006) döngünün aynı aşamasını durumun zihinsel gösterimi şeklinde adlandırmış ve buna gerekçe olarak da bireylerin gerçek problem durumundan anladıklarını kendi zihinsel süreçlerinden sonra modelini oluşturmalarını göstermiştir. Ayrıca Ferri (2006) modelleme döngülerinden farklı olarak problemi anlama ve yapılandırma aşamalarında ekstra matematiksel bilgi gerektiğini belirtmiştir. Bununla birlikte Ferri (2006) Blum'un (2007, s.225) en son süreç olarak aldığı sonuçları ortaya koyma Ferri'nin döngüsünde yer almamaktadır. Kaiser'in (1995) oluşturmuş olduğu modelleme döngüsü ise Blum'un (1985) döngüsüne benzer şekilde dört aşama ve dört süreçten oluşmaktadır. Her iki araştırmacının modelleme döngüleri incelenecek olursa bu modelleme döngülerinin birbirinin hemen hemen aynısı olduğu görülebilir. Ayrıca Blum'um (1985) modelleme döngüsünden matematiksel sonuçlardan sonra modeli revize etme süreci varken Kaiser'in (1995) modelleme döngüsünde bu süreç yer almamaktadır. Kaiser ve Stender'in (2013, s.279) oluşturduğu modelleme döngüsü ise Kaiser'in (1995) oluşturduğu diğer döngüye sonuçların gerçek yaşamda anlamı aşaması eklenmiş ayrıca yorumlama ve doğrulama süreci ayrılmış ve modeli revize etme süreci eklenmiş halidir. Blum (2007, s.225), Ferri'nin (2006) oluşturmuş olduğu modelleme döngülerinden farkı ise durum modeli (durumun zihinsel

temsili) aşamasının olmamasıdır. Ayırıca Kaiser ve Stender (2013, s.279) gerçek dünya ve matematiksel dünya ayırımına açık şekilde gitmemiştir. Stillmann vd.'nin (2007) oluşturduğu modelleme döngüsü ise burada incelenen diğer araştırmacıların döngülerinden birinci farklılığı her bir aşamada ve her bir süreçte geriye dönme imkanı sağlaması ve üst bilişsel yapıları inceleme imkanı sağlamasıdır. Bununla birlikte Stillmann vd. (2007) modelin revize edilmesini ayrı bir süreç olarak değil ayrı bir aşama olarak ele almıştır. Ayrıca Stillmann vd. (2007) öne sürdükleri Şekil 14'te görülen modelleme döngüsünde yer alan her bir sürecin matematiksel modelleme yeterliğini belirttiğini ifade etmiştir. Aynı şekilde Maaβ (2006), Blum ve Kaiser (1997) ve Kaiser (2007) modelleme yeterliklerini modelleme döngüsünde yer alan süreçler ile açıklamışlardır.

## 2.4. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri

Yeterlik Wienert (1999) tarafından genel hatlarıyla belli bir amaca ulaşabilmek ve bir işi başarabilmek için gerekli olan ortak yetenek ve kabiliyetlerin toplamı şeklinde tanımlamıştır. Shavelson (2010) ise yeterliği belirli standart ölçütlere göre uygun şekilde ortaya konulabilen, gerçek yaşam durumlarında ortaya çıkan, geliştirilebilen, fiziksel veya zihinsel yetenek şeklinde tanımlamaktadır. Benzer şekilde Blomhoj ve Jensen (2003) belli özelliklerin farkındalığıyla verilen durumlardaki zorluklar karşısında fiziksel veya zihinsel olarak harekete geçilmesi olarak tanımlamaktadır. Matematiksel yeterlik ise burada bahsedilen zorluklar matematiksel olduğu zaman bu zorluklar karşısında harekete geçmeye hazır olunması olarak tanımlanmaktadır (Blomhoj ve Jensen, 2007, s.47; Jensen, 2007, s.142). Niss ve Hojgaard (2011, s.47) ise matematiksel yeterliği belli matematiksel zorluklar içeren durumlarda uygun ve konuya vakıf şekilde harekete geçmek için hazır olma durumu şeklinde tanımlamıştır. Bu tanımlardan yola çıkarak matematiksel modelleme yeterliği ise belli bir bağlamda bağımsız ve modellemeye vakıf şekilde matematiksel modellemenin bütün süreçlerini başarıyla tamamlayabilmek şeklinde ifade edilebilir (Blomhoj ve Jensen, 2003). Maaβ (2006) ise matematiksel modelleme yeterliğini modelleme sürecini amaca yönelik ve uygun olarak gerçekleştirebilmek için gerekli yetenek ve kabiliyetler ve bu süreci gerçekleştirme isteğine sahip olma olarak tanımlamıştır. Bu tanıma paralel olarak Zöttle, Ufer ve Reiss (2010) ise Maaβ (2006) gibi yetenek ve kabiliyete vurgu yaparak matematiksel modelleme yeterliğini modelleme problemlerini çözmek için hazır olup gerekli yeteneğe sahip olma şeklinde tanımlamıştır. Niss, Blum ve Galbraith (2007, s.12) ise matematiksel

modelleme yeterliklerini modelleme sürecinde geçen tüm basamaklara değinerek verilen gerçek dünya problem durumunu incelemeye yönelik uygun soruları sorabilme, varsayımda bulunabilme, ilişkileri ve değişkenleri ayırt edebilme, daha sonra bunları matematiksel olarak ifade ettikten sonra matematiksel sonuçlara ulaşabilme, bulduğu sonuçları yorumlayarak verilen problem durumuyla kıyaslayıp doğrulayabilme ayrıca verilen modelleri varsayımlarına, özelliklerine ve bağlamına bakarak kıyaslayabilme olarak tanımlamaktadır. Niss vd.'nin tanımına benzer şekilde Kaiser (2007, s.111) modelleme yeterliklerini

- gerçek dünya problemlerini anlama ve bu problemin bir gerçek modelini oluşturma,
- oluşturulan gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma
- oluşturulan matematiksel modeli çözümleyerek matematiksel sonuçlara ulaşma
- bulunan sonuçları gerçek model ile veya gerçek durumla yorumlama
- sonuçları doğrulamak (sorgulamak) gerekirse başka bir matematiksel modelleme süreci yürütmek olarak belirtmiştir.

Blum ve Kaiser (1997'den aktaran Maaβ, 2006) modelleme sürecine uygun olarak beş modelleme yeterliği ve her bir yeterliğe yönelik alt yeterlikler belirlemiştir. Blum ve Kaiser'in (1997) belirlemiş olduğu modelleme yeterlikleri ve alt yeterlikler şu şekildedir:

Gerçek problem durumunu anlama ve gerçek duruma uygun model oluşturma yeterliği;

- Gerçek problem durumuna yönelik varsayımlarda bulunmak ve problem durumunu yapılandırma
- Problem durumuna etki eden nicelikleri belirleyerek isimlendirmek ve önemli değişkenleri belirleyebilme
- Belirlenen değişkenler arasında bağlar kurabilme
- Problem durumuyla ilişkili kullanılabilir olan ve ilişkili olmayan verileri bilgileri belirleme

Gerçek modelden matematiksel model oluşturma yeterliği;

- İlgili nicelikleri ve aralarındaki ilişkileri matematikleştirme
- İlgili nicelikleri ve aralarındaki ilişkileri yapılandırma ve gerektiği takdirde sayısını ve karmaşıklığını azaltma
- Uygun matematiksel gösterimler kullanma ve durumu grafiklerle sunabilme

Kurulan matematiksel modeli çözümleyip sonuca ulaşabilme;

- Problemi bölümlere ayırma, birbirine benzeyen problemler arasında ilişki kurabilme, problemi tekrar ifade etme, probleme farklı açılardan bakma, problem durumuna uygun nicelikleri ve verileri çeşitlendirmek gibi sorgulayıcı stratejileri kullanabilme
- Matematiksel modelde yer alan problemleri çözmek için matematiksel bilgileri kullanma

Matematiksel sonuçları gerçek durumla yorumlayabilme yeterliği;

- Matematiksel sonuçları in ekstra matematiksel bağlamlarda yorumlayabilme
- Özel bir durum için bulunan çözümleri genelleyebilme
- Sonuçlarla ilgili iletişim kurabilme ve uygun matematiksel dil kullanarak çözümleri problemle kıyaslayarak tetkik etme

Sonuçları doğrulama yeterliği;

- Bulunan sonuçlar hakkında eleştirel ve derinlemesine düşünebilme
- Çözümler sonucunda bulunan sonuçlar problem durumuyla uyuşmuyorsa modelleme aşamalarını yeniden gözden geçirme veya tüm modelleme sürecini bir daha gerçekleştirme
- Çözümler başka şekilde de elde edilebiliyorsa problemi çözme yolları üzerine derinlemesine düşünme
- Modeli genel olarak sorgulama

Blum ve Kaiser'in (2007) bu şekilde oluşturduğu modelleme yeterlikleri Kaiser'in (2007) belirlemiş olduğu modelleme yeterlikleriyle benzeşmektedir. Fakat Kaiser (2007) çalışmasında alt yeterliklere detaylı olarak değinilmemiştir. Her iki çalışmada belirtilen matematiksel modelleme yeterliklerinde "problem durumunu anlama, problem durumunu matematikleştirme, matematiksel modeli çözümleme, sonuçları yorumlama ve sonuçları doğrulama" yer almaktadır. Henning ve Keune (2007, s.226) ise modelleme yeterliklerine düzey odaklı ele almış ve modelleme yeterliklerini üç seviyede belirlemiştir. Bu seviyeler şu şekildedir:

Seviye 1) Modellemenin sürecinin farkına varma ve modelleme sürecini anlama

Seviye 2) Bağımsız modelleme

Seviye 3) Modelleme ile ilgili üst yansıtıcı düşünme

Hening ve Keune (2007, s.226) çalışmalarında modelleme yeterliklerini ölçülebilir bir değişken olarak aldıklarını ve öğrencilerin davranışlarını gözlemleme suretiyle modelleme yeterlikleriyle ilgili çıkarımlarda bulunabileceklerini belirtmişlerdir ve belirledikleri modelleme yeterlikleri seviyelerini şu şekilde açıklamışlardır:

Seviye 1) Modelleme Sürecinin Farkına Varma Ve Modelleme Sürecini Anlama

Modelleme sürecini tanımlama ve modelleme sürecinin farkına varma yeterliği ayrıca modelleme sürecinin aşamalarını tanımlayabilme, ayırt edebilme, yerini belirleyebilme yeterliği

Seviye 2) Bağımsız modelleme

Problemi yapılandırma ve analiz etme, nicelikleri soyut hale getirme, farklı bakış açılarıyla problem durumunu yorumlama, matematiksel model kurma, modeller üzerinde çalışmak, sonuçları yorumlama, modelleri ve tüm modelleme sürecini doğrulama yeterliği

Bu seviyeye ulaşabilen bireyler modelleme problemlerini bağımsız şekilde yapabilirler. Eğer problemin bağlamı ve kapsamı değişirse bireyler karşılaştıkları bu yeni duruma göre modellerini yeni ortaya çıkan duruma göre yeniden düzenleyebilirler ve yeni çözüm yolları geliştirebilirler.

Seviye 3) Modelleme İle İlgili Üst Yansıtıcı Düşünme

Modellemeyi eleştirel şekilde analiz edebilme, model değerlendirme kriterini formülleştirme, modellemenin amaçları üzerine derinlemesine düşünebilme, matematiksel uygulamalar üzerine derinlemesine düşünebilme yeterliği

Bu seviyedeki modelleme yeterliğinde modelleme sürecinin tamamı iyi şekilde anlaşılmış demektir. Bu seviyede modellemede yer alan önemli ilişkilerin farkına varma ve eleştirel muhakeme yeteneği gelişmiştir. Modellerin diğer bilim dallarındaki yeri ve kullanımının farkına varılmıştır.

Araştırmacıları ortaya koydukları modelleme yeterlikleri yaklaşımlarını incelenecek olursa Henning ve Keune (2007, s.226) ortaya koymuş olduğu düzey odaklı modelleme yeterlikleri dahilinde Blum ve Kaiser'in (1997) ve Kaiser'in (2007, s.111) belirlemiş olduğu modelleme yeterlikleri derece derece yer almaktadır. Örneğin Henning ve Keune'nin (2007, s.226) belirlemiş olduğu birinci seviyede modelleme sürecinde farkında olmak, modelleme sürecini tamamlayabilme yer alırken bunun ne derece olacağından bahsedilmemiş ama ikinci

seviyede ise modelleme sürecinde yer alan aşamalar daha detaylandırılarak Blum ve Kaiser'in (1997) belirtmiş oldukları modelleme alt yeterliklerinin benzerleriyle bu seviyenin tanımı yapılmıştır. Blum ve Kaiser (1997) sonuçları doğrulama yeterliğinde "bulunan sonuçlar hakkında eleştirel ve derinlemesine düşünebilme, çözümler başka şekilde de elde edilebiliyorsa problemi çözme yolları üzerine derinlemesine düşünme, modeli genel olarak sorgulama" gibi alt yeterlikleri belirlerken benzer şekilde Henning ve Keune (2007, s.226) üçüncü yeterlik seviyesini modellemeyi "eleştirel şekilde analiz edebilme, model değerlendirme kriterini formülleştirme, modellemenin amaçları üzerine derinlemesine düşünebilme, matematiksel uygulamalar üzerine derinlemesine düşünebilme" yeterliği şeklinde tanımlamaktadır. Her iki çalışmada belirtilen yeterliklere bakacak olursak her iki çalışmada da "modeli değerlendirme, modeller üzerine derinlemesine düşünebilme, modeller arası kıyaslama yapmayı" ortak olarak yer aldığını görebiliriz. Bundan dolayı Henning ve Keune'nin (2007, s.226) ortaya koyduğu üçüncü seviyenin Blum ve Kaiser'in (1997) belirlemiş oldukları modelleme yeterliklerinden modeli doğrulama yeterliğinde belirtilen alt yeterlikler ile benzeştiği söylenebilir.

Jensen (2007, s.144), Niss ve Jensen'nin (2002, s.72) yeterlik edinimi ile ilgili ortaya koyduğu teorik çerçevesini modelleme yeterlikleri bağlamında ele alarak çok boyutlu modelleme yaklaşımını tanımlamıştır. Bu boyutlar Niss ve Jensen (2002, s.72) tarafından "kapsam derecesi, hareket alanı, teknik seviye" olarak adlandırılmışlardır. Bu boyutların tanımlarını Jensen (2007, s.144) tarafından modelleme yeterlikleri bağlamında şu şekilde vermiştir:

Kapsam Derecesi:

Matematiksel modelleme yeterliğine odaklanılacak olursa kapsam derecesi bir kişinin modelleme sürecinin hangi kısmıyla çalışabileceğini ve bu süreçle ilgili derinlemesine düşünme seviyesini göstermektedir. Jensen (2007, s.144) verdiği örnekte bu yeterliği farklı alt modelleme yeterliklerini sadece teşvik edildiği zaman başaran kişi bahsedilen modelleme alt yeterliklerini başarıyla tamamlayamayan kişiden daha yüksek kapsam derecesine sahip ama bu modelleme alt yeterliklerini özerk şekilde başarabilen kişiden daha az kapsam derecesine sahiptir şeklinde açıklamaktadır.

Hareket Alanı:

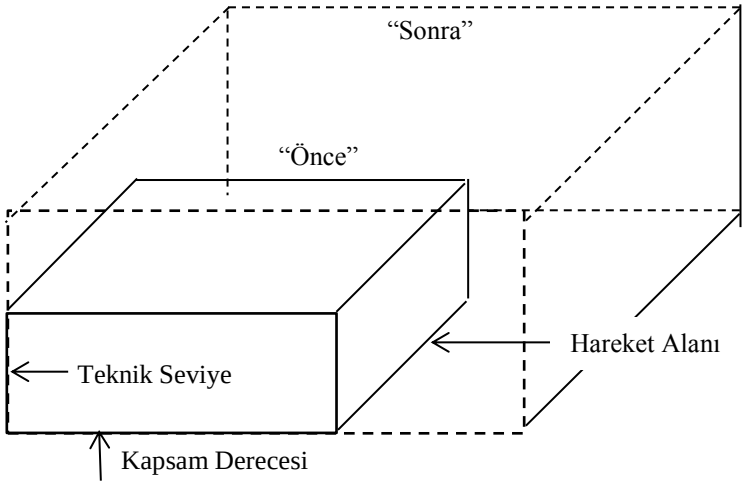
Hareket alanı olarak belirtilen boyut matematiksel modelleme yeterliği kapsamında ele alınacak olursa bir kişinin modelleme etkinliklerini başarıyla yürütebildiği durumlar

topluluğu olarak tanımlanmaktadır. Bir kişinin üstesinden gelebileceği modelleme durumları olduğu gibi aynı kişinin üstesinden gelemeyeceği modelleme durumları da vardır. Üstesinden gelebileceği modelleme durumların bu kişinin hareket alanı boyutu yüksek seviyede iken aynı kişinin üstesinden gelemeyeceği modelleme durumlarında hareket alanı yeterliği düşük seviyededir Jensen (2007, s.144).

Teknik Seviye:

Teknik seviye olarak adlandırılan boyut matematiksel modelleme yeterliği kapsamında ele alınacak olursa bir kişinin matematiği nasıl kullandığı ve matematiği kullanırken ne kadar esnek olduğu olarak tanımlanmaktadır. Teknik seviye bir kişinin matematiği kullanma yeterliğiyle ilgilidir. Teknik seviye açısından verilen bir modelleme durumunda veriler arasındaki ilişkileri belirleyerek fonksiyonel bir ilişki kuran bir kişi sadece bir değişkenle ifade edilen basit bir denklem kurandan daha yüksek seviyede fakat aynı modelleme durumunda diferansiyel denklemler kullanan bir kişiden daha yeterlidir Jensen (2007, s.144)..

Jensen (2007, s.145), Niss ve Jensen'nin (2002, s.141) yeterlik değerlendirmek için kullandığı şemayı modelleme yeterliklerine uyarlayarak modelleme yeterliklerini geometrik olarak göstermiştir. Bu şeklin hacmi arttığında modelleme yeterliklerinin de artacağını belirtmiştir. Bu yüzden eksenlerden birisi sıfır olduğunda bu şeklin hacmini sıfır yapacağından diğerlerinin gelişmesinin bir anlamı kalmayacak ve modelleme yeterliklerinde bir gelişme görülmeyecektir. Jensen (2007, s.145)'nin belirtmiş olduğu çok boyutlu modelleme yaklaşımı değerlendirme şeması Şekil: 17'de gösterilmiştir:




*Şekil 17.* Çok boyutlu modelleme yaklaşımı şeması. Niss, M., & Højgaard, T. (Eds.). (2011). *Competencies and mathematical learning. Ideas and inspiration for the development of mathematics teaching and learning in Denmark*. Roskilde University: IMFUFA. kaynağından uyarlanmıştır.

Jensen'in (2007, s.145) belirtmiş olduğu çok boyutlu modelleme yaklaşımında kapsam derecesi bir kişinin modelleme sürecinde yer alan modelleme yeterliklerini başarılı şekilde tamamlayabilmesi ve modelleme sürecinde kendi isteğiyle yer alma ile ilgili olduğu bu yeterliğinde Henning ve Keune'nin (2007, s.226) birinci seviyesinde tanımladığı modelleme döngüsüne vakıf olma ve Maaβ 'ın (2006) çalışmasında belirttiği modelleme sürecine katılmada istekli olma yani bağımsız olarak modelleme sürecinde yer alma ile benzerliklerinin bulunduğu söylenebilir.Jensen'in (2007, s.145)'nin diğer boyutunda belirtmiş olduğu modelleme hareket alanı ise kişinin sadece matematik değil günlük hayatta karşılaştığı diğer alanlara da hâkim olması ile ilgilidir. Henning ve Keune'nin (2007, s.226) ikinci seviyede belirtmiş olduğu "problemin bağlamının değişmesi ile karşılaşılan yeni duruma göre matematiksel modellerin oluşturulduğu" seviye ve Borromeo Ferri'nin (2006) oluşturduğu modelleme döngüsünde ifade ettiği ekstra matematiksel bilgilerin yer aldığı problemi yapılandırma ve matematikleştirme aşamalarının Jensen'nin (2007, s.145) belirtmiş olduğu hareket alanı ile ilişkili olduğunu söyleyebiliriz. Çünkü her üç durumda da problem durumunun değişmesi sonucunda yeni durumun adaptasyonu için kişinin sadece matematiksel bilgilere değil günlük hayatta karşılaştığı durumla ilgili bilgilere de sahip olmasını gerektirmektedir. Blum ve Kaiser'in (1997) belirmiş olduğu modelleme yeterliklerinde ise bulunan sonuçları ekstra matematiksel bağlamlarda yorumlayabilme alt yeterliği ile benzeştiği söylenebilir. Çünkü bu modelleme alt yeterliğinde her ne kadar bulunan sonuçların değerlendirilmesi yer alsa da bulunan sonuçların değerlendirilebilmesi

için sadece matematiksel bilgiler değil o durumla ilgili matematiksel bilgiler haricinde ekstra matematiksel bilgiler de gerekmektedir. Matematiksel modelleme yeterlikleriyle ilgili farklı yaklaşımları ve tanımları dikkate alacak olursak (Blomhoj ve Jensen, 2003; Blum ve Kaiser, 1997; Henning ve Keune, 2007; Jensen, 2007; Kaiser, 2007; Maaβ, 2006) matematiksel modelleme yeterliklerinin modelleme sürecini gösteren döngülerinde yer alan süreçler olduğu görülmektedir. Bundan dolayı Zöttle vd. (2010) ele alınan modelleme döngüsüne göre modelleme yeterliklerinin de değişeceğini belirtmiştir. Bu çalışmada ise Blum ve Kaiser'in (1997) ve Kaiser'in (2007) belirlemiş olduğu modelleme yeterlikleri dikkate alınmıştır. Blum ve Kaiser'in (1997) belirlemiş olduğu alt yeterliklerden ziyade temel yeterlikler bu çalışmanın ana temasını oluşturduğu için Blum ve Kaiser'in (1997) ve Kaiser'in (2007) belirlemiş olduğu "problem durumunu anlama, problem durumunu matematiksel olarak ifade etme, matematiksel model üzerinde matematiksel çalışma, sonuçları yorumlama ve sonuçları doğrulama" matematiksel modelleme yeterlikleri olarak bu çalışmada kullanılmıştır.

### 2.5. İnanç ve Matematiğe Yönelik İnanç

İnancın tanımı TDK sözlüğünde "bir şeye gönülden bağlı bulunma, inanılan şey, görüş ve öğreti" olarak yer almaktadır. Sigel (1985, s.351'den aktaran Pajares, 1992) ise inançları kişinin davranışlarına yön veren doğru olduğu kabul edilen şemalar ve kavramlarla birleşmiş, yoğunlaşmış deneyimler sonucu oluşan zihinsel yapılar olarak tanımlamaktadır. Benzer şekilde Rokeach (1968'den aktaran Levy, 2006, s.13) inancı bir kişinin söylemlerinden veya eylemlerinden çıkarılan kişiyi eyleme yönlendiren bilinçli veya bilinçsiz önermeler olarak tanımlamaktadır. Pehkonen ve Pietilä'ya (2003) göre inançlar bir olgu veya mesele hakkında deneyimlerle oluşan öznel örtük bilgi ve duygulardır. Pehkonen ve Pietila (2003) ile aynı doğrultuda Furghetti ve Pehkonen (2002, s.39) ise bireylerin yaşadığı deneyimlere vurgu yaparak inançları kişinin çevresinden aldığı mesajlar sonucunda kişinin etrafı ve farklı olgular hakkında yaptığı bireylerin kişisel görüşlerini yansıtan çıkarımların bileşimi olarak tanımlamıştır. Goldin'e (2009, s. 59) göre ise inançlarçoklu şekilde kodlanmış, kişilerin doğru olarak kabul ettiği bilişsel ve duyuşsal yapılardır. Richarson (1996; 2002) inancın tanımını felsefî,psikolojik ve antropolojik açıdan ele almış ve bu üç bilim dalına göre inancın ortak tanımını "dünyadaki olaylar hakkında doğru olduğuna inanılan psikolojik olarak gelişen anlayışlar, ön kabuller ve öncüller" şeklinde

yapmıştır. Philipp (2007, s.259) ise inancın tanımını bilişsel açıdan ele almış ve inancı kişinin eylemlerini ve çevresindeki bazı olaylara yönelik bakış açısını etkileyen mercekler olarak tanımlamıştır. Ayrıca bilgiden farklı olarak inancın ortak bir anlayıştan ziyade ve kişisel olduğunu vurgulayarak duygulardan ve tutumlardan daha bilişsel bir yapıya sahip olduğunu ifade etmiştir. Bundan dolayı inançların tutumlara göre değiştirilmesi daha zor bir yapı olduğunu belirtmiştir. Pajares (1992) ise inançların bireylerin eylemlerini etkilediğini belirterek inançları kişilerin davranışlarına ve düşüncelerine yön veren, kişinin güven duyduğu, geçerli kabul ettiği, doğruluk ve gerçeklik atfettiği kavramsal temsil kümesi olduğunu belirtmiştir. Cross (2009) ise inancı sosyal çevre açısından ele alarak çeşitli sosyal gruplar aracılığıyla gelişmiş kişinin kendisi, içinde bulunduğu çevre ve kendisinin o çevredeki rolü ile ilgili bilinçli veya bilinçsiz düşünceler ve fikirlerin bileşimi olarak tanımlamıştır. Green (1971'den aktaran Pehkonen, 1994) ise inancı bir sistem olarak ele almış ve bireylerin daha önceden edindiği bilinçli veya bilinçsiz inançlar, hipotezler ve beklentilerin bileşimi olarak tanımlamıştır. Buna ek olarak Grootenboer ve Marshman (2016, s.16) Green'in (1971) inancı üç farklı boyut olarak ele aldığını belirtmiştir. Grootenboer ve Marshman (2016, s.16) bu boyutların şu şekilde ifade etmiştir:

1) Birincil inançlar ve türetilmiş inançlar

2) Merkezden çevreye doğru dairesel şeklinde sıralanan inançlar

3) Grup ve küme şeklinde ele alınan inançlar

Pehkonen (1994) ise Green'in (1971) üç farklı inanç boyutunu Grootenboer ve Marshman'dan (2016, s.16) farklı olarak şu ifade etmiştir:

1) Yarı-Mantıksal

2) Psikolojik merkeziyetçilik

3) Küme Yapısı

Pehkonen (1994) ve Grootenboer ve Marshman (2016, s.16) Green'in (1971) tanımladığı inancın üç boyutunu farklı şekilde isimlendirmelerine rağmen bu yapılara dair yaptıkları açıklamalar birbiriyle örtüşmektedir. Green'in (1971) öne sürdüğü inançla ilgili üç farklı boyutu Pehkonen (1994) şu şekilde açıklamaktadır:

Yarı Mantıksal: Her kişinin inanç sistemi içinde birincil inançlar ve türetilmiş inançlar olan yarı mantıksal bir yapı oluşturmaktadır. Bu yarı mantıksal sıra kişiden kişiye değişir başka

bir ifadeyle kişiye özeldir. Burada birincil inançlar doğrudan yaşantı yoluyla elde edilen inançlar olup türetilmiş inançlar ise dolaylı şekilde edinilen inançlardır ve birincil inançlar türetilmiş inançlara göre etkisinin daha fazladır (Rokeach, 1968'den aktaran Grootenboer ve Marshman, 2016, s.16)

Psikolojik merkeziyetçilik: Bireylerin sahip olduğu her bir inanç kendine göre derece derece psikolojik bir dirence sahiptir. Merkezdeki inançların değişmesi zor çevredeki inançların ize değişmesi kolaydır. Birincil inançta olduğu gibi merkezdeki inançlar doğrudan yaşantı yoluyla elde edilen ve sosyal çevre tarafından onay gören inançlardır (Rokeach, 1968'den aktaran Grootenboer ve Marshman, 2016, s.16).

Küme Yapısı: Bireyler birbiriyle ilişkili olmasına gerek olmayan farklı inanç kümelerinden oluşmaktadır. Bundan dolayı kişiler aynı şey hakkında birbiriyle çelişebilen inançlara sahip olabilirler.

Green (1971) yapmış olduğu bu gruplamadan yarı mantıksal ve psikolojik merkeziyetçilik inançlar boyutlarının Rokeach'ın (1968) merkeziyetçilik kavramıyla örtüştüğü görülmektedir (Grootenboer ve Marshman, 2016, s.16; Pehkonen, 1994). Rokeach (1968'den aktaran Levy, 2006, s.13) ayrıca inancın üç çeşit inanç olduğunu belirtmiştir. Birincisi tanımlayıcı/varoluşsal inançlar, bu tür inançlar güneşin doğudan doğması gibi bilinen gerçekleri yansıtan inançlardır. İkincisi değerlendirici inançlar, bu tür inançlar dondurmanın güzel olduğunu düşünmek gibi kişinin değerlendirmelerini içeren inançlardır. Üçüncüsü ise kuralcı ve teşvik edici inançlar, bu tür inançlar çocukların ebeveynlerinin sözlerini dinlemelerini istemek gibi kuralcı veya teşvik edici inançlardır. İnançla ilgili yapılan tanımlar incelenecek olursa inançların kişinin yaşadığı deneyimler sonucu oluştuğu (Furghetti ve Pehkonen, 2002; Green, 1971; Pehkonen ve Pietila, 2003; Rokeach, 1968; Sigel, 1985), kişinin davranışlarına yön verdiği (Pajares, 1992; Philippe, 2007; Sigel, 1985), doğruluk atfedilen (Green, 1971; Goldin, 2009; Pajares, 1992; Richardson, 1996; Rokeach, 1968; Sigel, 1985), bilinçli veya bilinçsiz (Cross, 2009; Green, 1971; Rokeach, 1968) duygu, anlayış ve düşünceler (Cross, 2009; Furghetti ve Pehkonen, 2002; Green, 1971; Pajares, 1992; Pehkonen ve Pietila, 2003; Philippe, 2007; Richardson, 1996; Rokeach, 1968; Sigel, 1985) olduğu söylenebilir.

Matematiksel inançlar ise matematiğin doğasına, öğrenimine, öğretimine yönelik inançlar olmak üzere kişinin geçmişteki matematiksel deneyimlerinden kaynaklanan matematiğe yönelik kişisel yargılarıdır (Raymond, 2007). Cross ise (2009) Raymond'un tanımıyla

örtüşecek şekilde matematiğe yönelik inancı (matematiğin öğretimine, öğrenimine ve doğasına yönelik inançlar) kişinin matematikle yaşadığı deneyimlerinden kaynaklanan kişisel yargılar ve görüşler olarak tanımlanmaktadır. Schoenfeld ise (1985; 1992, s.358) matematiğe yönelik inancı bireylerin matematiğe yönelik eylemleriyle ilişkilendirerek matematiksel bir uğraşıya başlama ve matematiği anlama yollarına yön veren anlayış ve bakış açıları olarak tanımlamıştır. Törner (1998), Grigutsch ve Törner (1998) ise bilişsel ifadesini tanımlarına dahil ederek, kesin sağlam temellere dayanmak zorunda olmayan matematiğe yönelik bilişsel, duyuşsal özellikleri ve istekli olmayı kapsayan bireylerin kişisel bakış açıları şeklinde tanımlamışlardır. Ernest (1989) ise matematiğe yönelik inancın Grigutsch ve Törner'in (1998) değindiği kesin sağlam temellere dayanmak zorunda olmayan ifadesiyle paralel şekilde matematiğe yönelik örtük ve dolaylı olan bakış açıları, dünya görüşleri olduğunu belirtmiştir. Bu tanımlar dikkate alındığında matematiğe yönelik inancın kişinin geçmişteki matematiksel deneyimlerinden kaynaklanan (Cross 2009; Raymond, 2007) matematiksel bir uğraşıya başlama ve matematiği anlama yollarına yön veren (Schoenfeld, 1985; 1992, s.358) matematiğe yönelik bilişsel, duyuşsal özellikleribarındıran kişisel bakış açıları (Ernest, 1989; Grigutsch ve Törner, 1998; Törner, 1998) olduğu söylenebilir.

Araştırmacılar matematiğe yönelik inancı farklı şekillerde incelemişlerdir. Dionne (1984'den aktaran, Pehkonen ve Törner, 1999) matematiksel inancı matematiğin doğasına, öğretimine ve öğretimine yönelik bir sistem olarak ele alıp üç farklı bakış açısı altında incelemiştir. Dionne (1984'den aktaran, Pehkonen ve Törner, 1999) bu bakış açılarını ve özelliklerini şu şekilde ifade etmiştir:

1) Geleneksel Perspektif: Matematiği yetenek kümesi ve matematik yapmayı da hesaplama yapma, kural, formül ve yöntemleri kullanma olarak görmektedir.

2) Formalist Perspektif: Matematiği mantık, kesinlik ve matematik yapmayı ispat yapma, matematiğin formal dilini kullanma olarak görmektedir.

3) Yapılandırmacı Perspektif: Matematiği bir yapılandırma süreci ve matematik yapmayı da düşünce geliştirme süreci, gerçek hayatla ilişkilendirerek kural ve formül bulma, matematiksel ifadeler arasındaki ilişkileri bulma süreci olarak görmektedir.

Ernest (1989) ise Dinonne'nin (1984) öne sürdüğü perspektiflerle örtüşecek şekilde matematiği 1) İşlemsel, 2) Platonist 3) Problem çözme olmak üzere üç perspektif ile ele almıştır. Bu perspektifleri Ernest (1989) şu şekilde açıklamıştır:

1) İşlemsel: Bu görüşe göre matematik birbiriyle ilişkisiz ama kullanışlı kurallar, işlemler ve yetenekler toplamıdır.

2) Platonist: Bu görüşe göre matematik durağan fakat bir bütün teşkil eden bilgi topluluğudur. Ayrıca bu görüşe göre matematik oluşturulmaz keşfedilir.

3) Problem Çözme: Bu görüşe göre matematik dinamik ve sürekli gelişen insanların icat ettiği ve oluşturduğu kültürel bir üründür.

Gritgutsch ve Törner (1998) ise 1994 yılında yapmış oldukları çalışmada matematiğe yönelik inancı birbirine zıt kabul ettikleri iki sistem ve süreç olarak iki ana yapı altında oluşturdukları dört farklı bakış açısı ile incelemişlerdir. Şema ve formalizm bakış açılarının matematiğin durağan olarak kabul edildiği sistem yapısını, süreç ve uygulama ise matematiğin dinamik ve problem çözme olarak kabul edildiği süreç yapısını oluşturduğunu ileri sürmüşlerdir. Formalizm bakış açısının matematiği kesinlik, katılık, mantık, ispat ve aksiyomatik bir yapıdan oluştuğunu belirtmişlerdir. Şema bakış açısında ise matematik bir araç kutusu, problemleri çözmemizde işe yarayan yöntemler ve kurallar bütünü olarak görmekte ve matematik öğrenmeyi kuralları ezberleme, çözüm yollarını hatırlama ve formülleri uygulama olarak görülmektedir. Süreç bakış açısında ise matematik etkinlik ve bilgi edinme, bir keşif yapma, yeni fikirler üretme ve konular arasında ilişki kurma süreci olarak görülmektedir. Uygulama bakış açısında ise matematik bireylerin gelecek yaşamlarında, iş hayatlarında ve günlük problemleri çözmelerinde işe yarayan, toplumda genel ve özel kullanım alanı olan bir bilim dalı olarak görülmektedir.

Törner ve Pehkonen (1999) ise Gritgutsch ve Törner'in (1998) yapmış olduğu çalışmaya benzer olarak matematiksel inancı alet kutusu (tool-box), sistem ve süreç olmak üzere üç farklı bakış açısı altında incelemişlerdir. Törner ve Pehkonen (1999) Gritgutsch ve Törner'in (1998) matematiksel inanca yönelik ortaya koymuş olduğu bakış açıları içinden süreci oluşturanları (süreç ve uygulama) birlikte ele alarak ve Gritgutsch ve Törner'in (1998) süreç bakış açısı içinde açıkladıkları araç kutusu (tool-box) adını vermişlerdir. Burada Törner ve Pehkonen (1999) alet kutusu (tool-box) bakış açısını formül kullanma, formülleri ve yöntemleri uygulama olarak, sistem bakış açısını ispat yapma, kesin ve öz olarak matematiği kullanma, evrensel kavramlara ulaşma olarak, süreç bakış açısını ise formül üretme, düşünmeyi öğrenme, matematiği gerçek yaşamda kullanabilme olarak ifade etmişlerdir.

Buraya kadar belirtilen matematiğe yönelik inancı açıklamaya çalışan araştırmacıların ortaya koydukları yapıların birbirlerine bir derece benzedikleri görülmektedir. Dionne'nin (1984)

ortaya koyduğu geleneksel perspektifin Ernest'in (1989) ortaya koyduğu işlemsel görüş aynı zamanda Gritgutsch ve Törner'in (1998) ortaya koymuş olduğu şema bakış açısı ve Törner ve Pehkonen'in (1999) araç kutusu (tool-box) görüşlerinin matematiği kurallar, işlemler topluluğu ve matematik yapmayı formülleri, yöntemleri kullanma olarak algılama açısından birbirine benzemektedirler. Bununla birlikte Dionne'nin (1984) formalist perspektifi, Ernest'in (1989) platonist perspektifi, Gritgutsch ve Törner'in (1998) Formalizm bakış açısı ve Törner ve Pehkonen'in (1999) sistem bakış açısıyla matematiği mantık, ispat yapmak, kesinlik şeklinde algılanması açısından birbirine benzemektedir. Ayrıca Dionne'nin (1984) yapılandırmacı perspektifi, Ernest'in (1989) problem çözme görüşü, Gritgutsch ve Törner'in (1998) süreç ve uygulama bakış açıları, Törner ve Pehkonen'in (1999) süreç bakış açısı matematiği dinamik, sürekli gelişen, keşfedilen, gerçek yaşamda kullanılan, birbiriyle ilişkili olması açısından birbirine benzemektir. Bu çalışmada Dionne'nin (1984) ve Ernest'in (1989) matematiksel inanca yönelik bakış açıları dikkate alınarak Dede ve Karakuş (2014) tarafından ortaya konulan geleneksel inanç, geçiş dönemi inancı, geleneksel olmayan inanç kategorileri dikkate alınmıştır. Burada bahsi geçen geleneksel inanç Ernest'in (1989) işlemsel Dionne'nin (1984) ise geleneksel perspektifiyle örtüşmektedir. Bu inanç kategorisinde matematik kurallar, işlemler topluluğu ve matematik yapmak formülleri, yöntemleri kullanmak olarak görülmektedir. Geçiş dönemi inancı ise Ernest'in (1989) platonist bakış açısıyla örtüşmektedir. Bu inanç kategorisinde matematik hem durağan hem sürekli, hem mutlak hem göreceli gibi geleneksel inanç ve geleneksel olmayan inanç kategorilerine ait özellikleri içinde barındırmaktadır. Geleneksel olmayan inanç ise Ernest'in (1989) problem çözme, Dionne'nin (1984) yapılandırmacı perspektifiyle örtüşmektedir. Geleneksel olmayan inanç kategorisinde matematik dinamik, sürekli gelişen, keşfedilen, gerçek yaşamda kullanılan, birbiriyle ilişkili olarak görülmektedir.

### 2.6. Matematiksel Modelleme ve Matematiksel İnanç

Matematiksel modelleme süreciyle ilgili tanımlar incelendiğinde (Blum ve Leiβ, 2007, s.225; Borromeo Ferri, 2006; Kaiser ve Stender, 2013, s.279; Lesh ve Doerr, 2003, s.17; NCTM, s.138; Stillmann vd., 2007) matematiksel modellemenin temel olarak problemi anlama, problem durumunu matematikleştirme, matematiksel sonuç bulma, yorumlama ve doğrulama olmak üzere dört süreçten oluştuğu söylenebilir. Matematiğe yönelik inanç üzerine yapılan tanımlar incelendiğinde ise matematiğe yönelik inanç geçmişteki

matematiksel deneyimlerinden kaynaklanan, matematiksel çalışmasınave matematiği anlama yollarına yön veren, kesin sağlam temellere dayanmak zorunda olmayan matematiğe yönelikkişisel bakış açıları olarak tanımlanabilir (Cross 2009; Grigutsch ve Törner, 1998; Raymond, 2007; Schoenfeld, 1985, 1992, s.358; Törner, 1998;). Matematiksel modelleme verilen gerçek yaşam problemini anlamakla başlamaktadır. Borromeo Ferri (2006) gerçek durumun anlaşılmasıyla gerçek modelin zihinsel temsili aşamasının geldiğini Blum ve Leiβ (2007, s.226) ise durum modelinin geldiğini belirtmiştir. Gerçek modelin zihinsel temsili oluşturulurken bireyler gerçek modeli kendi zihinsel süreçlerinden geçirerek bir basit bir model oluşturur. Lawson ve Marion, (2008) modellemek istediğimiz bir sistemin burada bahsedilen bir modeli oluşturulurken bu hazırladığımız model o sisteme yönelik bireylerin inançlarını yansıtacağını belirtmiştir. Bununla benzer olarak Blum ve Leiβ (2007, s.227) problemi anlama aşamasında okuma ve anlama sonucu oluşturulacak olan durum modeli kişiye özgü ve bireysel olarak şekilleneceğini belirtmiştir dolayısıyla bireylerin verilen durumla alakalı kişisel görüşleri durum modeli oluşturulurken modelleme sürecine dâhil olacağı söylenebilir. Ayrıca Ferri ve Lesh (2013, s.63)problem çözerken, matematiksel modeller veya yorumlar yaparken, karar verme süreçlerinde bulunurken bireylerin sadece bilişsel özelliklerini değil aynı zamanda duyuşsal özelliklerini, inançlarını, eğilimlerini kullanacaklarını ifade etmişlerdir. Aynı şekilde De Corte ve Verschaffel (2002, s.23) öğrencilerin problem çözme davranışlarının bilgi ile ilgili olduğu gibi inanç ile de alakadar olduğunubelirtmişlerdir. Bundan dolayıöğrencilerin doğruolduklarına inandıkları şeylerin problem çözme davranışına yön verebileceği söylenebilir. Matematiğe yönelik inancın ise bireylerin matematiksel bir eyleme başlama yollarını etkidiğini (Schoenfeld, 1985,1992, s.358) bundan dolayı matematiğe yönelik inancın bireylerin problemi anlama yeterliği ile ilişkili olduğu ve problemi anlama yeterliğine etki edebileceği söylenebilir. Ayrıca Neunzert (2015 s.33) modeller dış dünyanın nasıl işlediğine dair inançlarımız olduğunu ve matematiksel modellemenin ise kişisel düşüncelerimizin matematiksel dile dönüştürülmüş hali olduğunu belirtmiştir. Bu ifadeyle paralel olarak Lesh ve Doerr (2003, s.526) modellerin bazı spesifik durumlarda bazı spesifik amaçlar için yapıldığından bireylerin kişisel görüşlerini yani inançlarını yansıtma eğiliminde olduğunu ifade etmişlerdir. Bununla birlikte Ferri ve Lesh (2013, s.63) inançların matematiksel modelleme yeterlikleri olarak ele alabileceğimiz modelleme süreçleri üstünde önemli etkileri olduğunu belirtmişlerdir. Ferri ve Lesh (2013, s.63) ile aynı doğrultuda Mischo ve Maaβ (2012) da matematiğe yönelik inançların matematiksel modellemede yer alan bütün süreçlerini etkilediğini belirtmiştir.

Bundan dolayı matematiksel modelleme yeterliklerinin matematiğe yönelik inançlarla ilişkili olduğu ve matematiğe yönelik inançlardan etkilenebileceği söylenebilir.

## 2.7. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde öğrencilerin matematiğe yönelik inançlarıyla ilgili, matematiksel modelleme ve matematiksel modelleme yeterlikleriyle ilgili çalışmalardan bahsedilecektir. İlk olarak matematiğe yönelik inançla ilgili çalışmalara değinilecek daha sonra matematiksel modelleme ile ilgili çalışmalara yer verilecektir.

Akkoç ve Ogan-Bekiroğlu (2006) yaptıkları çalışmada öğretmen adaylarının inançları ile öğretim uygulamaları arasında bir ilişki olup olmadığını varsa nasıl bir ilişki olduğunu araştırmışlardır. Çalışmalarında 58 öğretmen adayı yer almıştır. Çalışmada Becker ve Anderson'un (1998) geliştirmiş olduğu inanç ölçeği kullanılarak öğretmen adaylarının matematiğe yönelik inançları geleneksel, geleneksel perspektife yakın, geçiş, yapılandımacı perspektife yakın ve yapılandırmacı perspektif olmak üzere beş kategoride incelenmiştir. Daha sonra geleneksel, geçiş ve yapılandırmacı perspektif kategorilerinden rastgele ikişer öğretmen adayı seçilmiştir. Seçilen bu öğretmen adaylarıyla görüşmeler yapılarak hem matematiğe yönelik inançları ve hem de matematiğe yönelik inançları ile öğretim uygulamaları arasında nasıl bir ilişki olduğu incelenmiştir. Sonuç olarak seçilen altı öğretmen adayından ölçek ile belirlenen yapılandırmacı yaklaşıma sahip olanlar yapılan görüşmeler sonucunda da aynı inanç kategorisinde yer almışlardır. Ölçek ile belirlenen geçiş dönemi inanç kategorisnde yer alan öğretmen adaylarından biri yapılan görüşmede yapılandırmacıya yakın inanç kategorinde yer alırken diğer öğretmen adayı ise geçiş dönemi inanç kategorisinde yer almıştır. Ölçek ile belirlenen geleneksel inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarından biri yapılan görüşmede geçiş dönemi inanç kategorisinde yer aldığı diğer öğretmen adayının ise geleneksel inanç kategorisinde yer aldığı belirlemiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının atematiğe yönelik inançları ile öğretim uygulamaları arasında tutarsızlıklar olduğu ve geleneksel ve yapılandırmacı inanç kategorisinde yer alan bireylerin öğretim uygulamalarıyla inanç kategorileri arasında daha fazla uyum olduğu belirtilmiştir.

Paksu (2008) yaptığı çalışmada öğretmenlerin matematiğe yönelik inançlarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırmada veriler Aksu, Sümer ve Demir (2002) tarafından geliştirilen likert tipi matematiğe yönelik inanç ölçeği ile 52 fen bilgisi öğretmeni, 40 matematik öğretmeni, 37 okulöncesi öğretmeni ve 195 sınıf öğretmeninden toplanmıştır. Ölçek

matematiğin öğrenimine yönelik 10 madde, matematiğin kullanımına yönelik 7 madde ve matematiğin doğasına yönelik üç madde olmak üzere toplam 20 maddeden oluşmaktadır. Bulunan sonuçlara göre öğretmenlerin çoğunlukla matematiğin öğrenimine yönelik geleneksel ve geçiş dönemine uygun olan maddelere yüksek puan verdikleri bulunmuştur. Matematiğin kullanımına yönelik ise öğretmenlerin çoğunlukla geleneksel olmayan perspektife uygun olan maddelere yüksek puan verdikleri bulunmuştur. Matematiğin doğasına yönelik ise öğretmenlerin çoğunlukla geleneksel perspektife yakın maddelere yüksek puan verdikleri bulunmuştur.

Toluk Uçar ve Demirsoy (2010) yaptıkları çalışmada öğretmenlerin inançlarını belirlemeyi ve öğretim faaliyetleri ile inançları arasında bir ilişki olup olmadığı incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışma nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması ile yürütülmüş ve durum olarak öğretmenler seçilmiştir. Bu amaç doğrultusunda üç öğretmen altı ders saati boyunca gözlemlenmiş ve bu gözlemler bir form ile değerlendirilmiştir. Bu gözlemlerden sonra öğretmenlerle yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir daha sonra da öğretmenlerin görüşmelerde verdikleri cevapların tutarlılığını incelemek için 29 maddeden oluşan likert tipi matematiğe yönelik inanç ölçeği uygulanmıştır. Kullanılan inanç ölçeğinin oniki maddesi Barlow ve Cates'in (2006) çalışmasından, altı maddesi Kayan'ın (2007) çalışmasından uyarlanmış ve onbir madde de ölçeği geliştiren araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Çalışmada yapılan analizde Raymond'un (2007) geleneksel ve geleneksel olmayan kategorileri kullanılmış ve bu kategoriler kendi içinde de geleneksel, geleneksele yakın, yarı geleneksel yarı geleneksel olmayan, geleneksel olmayana yakın, geleneksel olmayan şeklinde beş kategori altında incelenmiştir. Bulunan sonuçlara göre incelenen öğretmenlerden bir tanesi ölçekte verdiği cevaplar ve yarı yapılandırılmış görüşmelerde verdiği cevaplar arasında tutarsızlık bulunmuştur. Diğer iki öğretmen ise ölçek ile tutarlı cevaplar vermişlerdir. Bu öğretmenlerden birinin geleneksel inanç kategorisinde yer aldığı bulunurken diğer iki öğretmenin geleneksel olmayan inanç kategorisinde yer aldıkları bulunmuştur.

Dede ve Uysal (2012) tarafından yapılan çalışmada 96 öğretmen adayının matematiğin doğasına ve öğretimine yönelik inançları incelenmiştir. Çalışmada Ernest (1989) ve Anderson'un (1996) inanç perspektifleri kullanılmıştır. Çalışmada veriler Baydar (2000) tarafından geliştirilen matematiğin öğretimine yönelik 34 maddeden oluşan ve matematiğin doğasına yönelik 16 maddeden oluşan likert tipi ölçek kullanılarak toplanmıştır.

Araştırmanın sonuçları öğretmen adaylarının matematiğin öğrenimine ve öğretimine yönelik öğrenci merkezli inanç yapısına sahip olduklarını göstermektedir. Bu inanç yapısı Ernest'in (1989) belirttiği matematiğe yönelik problem çözme inanç kategorisi ile benzeşmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının matematiğin öğrenimine ve öğretimine yönelik inançları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Dede ve Karakuş (2013) tarafından yapılan çalışmada öğretim programları ile öğretmen adaylarının matematiğe yönelik inançları arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışma 173 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiş olup veriler açık uçlu görüş formu ile toplanmıştır. Öğretmen adaylarının yazılı olarak verdikleri görüşler nitel olarak içerik analizi ile kategorilere ayrılmış daha sonra nicel olarak incelenmiştir. Araştırmada ilköğretim ve orta öğretim matematik öğrencilerinin lisans öğrenimlerine başlarken matematiğe yönelik inançları geleneksel düzeyde iken mezun olurlarken geçiş dönemine yakınlaştığı bulunmuştur. Ayrıca matematiğin doğasına yönelik inançları ise ilköğretim ve orta öğretim matematik öğrencilerinin lisans öğrenimlerine başlarken geleneksel düzeyde olup mezun olurken ise geçiş dönemine yaklaştığı bulunmuştur. İlköğretim ve orta öğretim matematik öğrencilerinin lisans öğrenimlerine başlarken matematiği öğretmeye yönelik inançlarında da matematiğin doğasına yönelik inançta olduğu gibi geleneksel inanç düzeyinde iken mezun olurken geçiş dönemi inancına yaklaşmaktadır.

Çevirgen (2016) tarafından yapılan çalışmada ilköğretim matematik öğretmenliğinde lisans eğitimini alan öğretmen adaylarının matematiğe yönelik inançlarının sınıf seviyesine ve cinsiyete göre farklılaşıp farklılaşmadığı incelenmiştir. Çalışmada 65 birinci, 56 ikinci, 54 üçüncü ve 72 dördüncü sınıf olmak üzere toplam 247 öğretmen adayı yer almıştır. Veri toplama aracı olarak Kayan vd. (2013) tarafından geliştirilen matematiğe yönelik inanışlar ölçeği kullanılmıştır. Kayan vd. (2013) tarafından hazırlanan bu ölçekte yapılandırmacı perspektif ve geleneksel perspektif olmak üzere iki boyut yer almaktadır. Yapılandırmacı perspektif boyutu 20 maddeden ve geleneksel perspektif 3 maddeden oluşmaktadır. Çalışmada öğretmen adaylarının kahir ekseriyetinin matematiğe yönelik inançlarının yapılandırmacı perspektife göre bir inanca sahip olduğu bulunmuştur. Fakat öğretmen adaylarının geleneksel ve yapılandırmacı perspektifleri ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının matematiğe yönelik inançlarının sınıf seviyesine göre ve cinsiyete göre de anlamlı bir farklılık oluşturmadığı bulunmuştur.

Özge (2008) tarafından yapılan çalışmada öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili bilgi, beceri ve görüşleri incelenmiştir. Çalışma orta öğretim 3. sınıfında lisans eğitimi gören 21 öğrenci ile bir dönem boyunca yürütülmüştür. Uygulama süreci incelenecek olursa etkinlikleri holistik modelleme yeterlikleri geliştirme perspektifine göre hazırlandığı görülmektedir. Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması kullanılmıştır. Çalışmada veriler ön ve son modelleme testi ile toplanmıştır. Fakat kullanılan ön ve son testler birbirinden farklıdır. Testler üç adet açık uçlu matematiksel modelleme sorusundan oluşmaktadır. Elde edilen bu veriler dereceli puanlama anahtarı puanlanmıştır. Dereceli puanlama anahtarı modelleme döngüsünde yer alan problemi anlama, değişkenleri seçme, modeli kurma, matematiksel problemi çözme, çözümü gerçek durumla yorumlama modelleme yeterliklerini içermektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının modellemeye yönelik görüşleri de alınmıştır. Bulunan sonuçlara göre öğretmen adaylarının son testten aldıkları puanlar ön testtekilere göre artış göstermiştir. Fakat bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir. Ayrıca öğretmen adaylarının modeli kurma ve sonuçları geçek hayatta yorumlamada güçlük çektikleri bulunmuştur.

Biccard (2010) tarafından yapılan çalışmada grup etkinlikleri sonucunda modelleme yeterliklerinin 7. sınıf öğrencilerinde nasıl gelişme gösterdiği incelenmiştir. Çalışma nitel araştırma yöntemlerinden gömülü teori ile yürütülmüştür. Çalışma sürecinde öğretim deneyi tasarımı kullanılmıştır. Bu süreçte altı erkek altı bayan olmak üzere on iki öğrenci yer almaktadır. Çalışmada gruplar iki bayan iki erkek olmak üzere dört öğrenciden oluşmaktadır. Bu gruplar on iki hafta boyunca üç tane modelleme etkinliği üstünde çalışmıştır. Çalışmada etkinlikler holistik perspektif dikkate alınarak hazırlanmıştır. Öğrencilerin modelleme yeterlikleri grup etkinliklerinin video ve ses kayıtları incelenerek ve analiz edilerek dört seviye üzerinden belirlenmiştir. Çalışmada modelleme yeterlikleri olarak anlama, basitleştirme, matematikleştirme, matematiksel çalışma, yorumlama ve doğrulama yeterlikleri incelenmiştir. Bulunan sonuçlara göre öğrencilerin modelleme yeterlikleri uygulama boyunca gelişim göstermiştir. Ayrıca öğrencilerin modelleme yeterliklerinden matematikleştime ve matematiksel çalışma diğer modelleme yeterliklerine göre daha fazla gelişme göstermiştir.

Knott (2014) tarafından yapılan çalışmada sayı dizisi problemlerinin modelleme ile öğretimi sırasında öğrencilerin matematikleştirme modelleme yeterliği odak noktası olmak üzere öğrencilerin modelleme yeterliklerinin gelişimini incelemek amaçlanmıştır. Çalışmanın

teorik çerçevesi olarak gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımı seçilmiştir. Çalışma tasarım tabanlı araştırma çerçevesinde yürütülmüştür. Çalışmada onuncu sınıfta öğretim gören on yedi öğrenci yer almaktadır. Çalışma okul günlerinin dışında belirlenen iki günde üç saat olmak üzere toplam iki ay sürmüştür. Veriler grup çalışmalarının video ve ses kaydı ile toplanmıştır. Ayrıca öğrencilerin etkinliklere ürettikleri çözümler analiz edilmiştir. Araştırmacının yatay matematikleştirme çerçevesinde belirlemiş olduğu yeterlikler olan özümseme, yorumlama, yapılandırma, sembolleştirme yeterliklerinin verilen eğitim boyunca geliştiği gözlemlenmiştir. Ayrıca çalışmada dikey matematikleştirme çerçevesinde belirlenen yeterlikler olan sembolleştirme, düzenleme, organize etme, genelleştirme yeterlikleri de verilen modelleme eğitimi boyunca geliştiği gözlemlenmiştir.

Korkmaz (2010) tarafından yapılan çalışmada öğretmen adaylarının modellemeye yönelik görüşlerini ve tutumlarını incelemek ve öğretmen adaylarının modelleme yeterliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma grubunu ilköğretim matematik öğretmenliğinden 37 ve sınıf öğretmenliğinden 33 olmak üzere 70 öğrenci oluşturmaktadır. Uygulama toplam dört hafta sürmüş olup uygulama süresince iki modelleme etkinliği çözülmüştür. Veriler uygulamadan önce Güneş, Gülçiçek ve Bağcı (2004) tarafından geliştirilen model ve modelleme anketi, Duatepe ve Çilesiz (1999) tarafından geliştirilen tutum ölçeği ve öğretmen adaylarının modelleme etkinlikleri için oluşturdukları çözüm raporları ile toplanmıştır. Öğretmen adaylarından alınan çözüm raporları Hodgson (1995) tarafından geliştirilen puanlama anahtarı ile incelenmiştir. Uygulamadan sonra ayrıca öğretmen adayları ile görüşmeler yapılmıştır. Bulunan sonuçlara göre öğretmen adaylarının modelleme döngüsünde yer alan yeterliklerin ilklerinde başarılı oldukları ama yorumlama ve doğrulama basamağında başarılı olamadıkları görülmüştür.

Çiltaş (2011) tarafından yürütülen çalışmada diziler ve seriler konusunun modelleme etkinlikleriyle öğretimi yapılmıştır. Bu süreçte öğretmen adaylarının modelleme becerileri ve öğretmen adaylarının modelleme yönteminin diziler ve seriler konusunu öğrenmelerine olan etkisi incelenmiştir. Çalışmada nitel ve nicel yöntemler beraber kullanılmıştır. Bu bağlamda öğretmen adaylarına uygulama öncesi diziler ve seriler bilgi testi, matematiksel modelleme testi, matematiksel modelleme mülakat formu ön ve son test olarak uygulanmış ayrıca modelleme ile ilgili uygulama sonrasında öğretmen adaylarına modelleme görüş anketi uygulanmıştır. Çalışma hem deney hem de kontrol grubu yer aldığından dolayı yarı deneysel desen özelliği taşımaktadır. Çalışmada deney grubunda 35 ve kontrol grubunda 40

öğretmen adayı yer almaktadır. Modelleme testi açık uçlu 8 sorudan oluşmaktadır. Çalışmada modelleme testini değerlendirilirken Keskin (2008) tarafından hazırlanan dereceleme anahtarı kullanılmıştır. Dereceleme anahtarı ile modelleme testi problemi anlama, değişkenleri seçme, modeli kurma, problemi çözme ve çözümü günlük hayata yorumlama modelleme yeterlikleri açısından incelenmiştir. Uygulama ön ve son testlerle birlikte toplam on dört hafta sürmüştür. Uygulama süresinde dizi ve seriler konusuyla ilgili 18 modelleme etkinliği çözülmüştür. Bulunan sonuçlara göre ön ve son modelleme test puanları karşılaştırıldığında öğretmen adaylarının modelleme yeterliklerinde önemli bir artış olduğu görülmektedir. Fakat bu artışın araştırmada istatistiksel açıdan anlamlılığı test edilmemiştir. Ayrıca matematiksel modelleme ile diziler ve seriler konusunun öğretimi öğretmen adaylarının diziler ve seriler konusunu öğrenmeleri üzerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur.

Tekin Dede (2015) tarafından yapılan çalışmada altıncı sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın yöntemi olarak eylem araştırması seçilmiştir. Çalışmada 11 modelleme etkinliği12 eylem planı dâhilinde altı ay süresince uygulamıştır. Çalışma 2 adet dörder kişilik ve 3 adet beşer kişilik grupları oluşturan toplam 23 altıncı sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Çalışmanın verileri modelleme etkinliklerine üretilen çözüm kâğıtları, öğrenme günlükleri, derslerin video kayıtları ve araştırmacının gözlem notlarından oluşmaktadır. Öğrencilerin sunumlarını ve çözüm kâğıtlarının değerlendirmek için araştırmacı tarafından modelleme yeterlikleri rubriği oluşturulmuştur. Modelleme yeterlikleri rubriği problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel çalışma, yorumlama ve doğrulama olmak üzere beş farklı derece ile altı modelleme yeterliğini değerlendirecek şekilde oluşturulmuştur. Bulunan sonuçlara göre öğrencilerin sadeleştirme yeterliğinde yani problemin çözümünde gerekli olan değişkenleri, verileri belirleme, varsayımlarda bulunma yeterliğindeki eksikliklerinden dolayı modelleme problemlerini çözmekte başarılı olamamışlardır. Ayrıca öğrencilerin yorumlama ve doğrulama aşamasında da zorlandıkları bulunmuştur. Çalışmada uygulanan eylem planları sonucunda öğrenciler eksiklik yaşadıkları modelleme yeterlikleri ve başarılı oldukları modelleme yeterlikleri gelişim göstermişlerdir.

Güç (2015) tarafından yapılan çalışmada holistik modelleme yeterlikleri geliştirme yaklaşımı ile tasarlanan öğrenme ortamında öğretmen adaylarının modelleme yeterliklerinin incelenmesidir. Çalışmanın yöntemi olarak eylem araştırması seçilmiştir. Çalışmada iki

farklı üniversiteden toplam 12 öğrenci ile yürütülmüştür. Modelleme etkinliklerinin uygulandığı öğrenciler toplam dokuz kişi olup iki gruptan oluşmaktadır. Grupların birinde beş diğerinde ise dört öğretmen adayı vardır. Modelleme etkinliklerinin uygulanmadığı diğer grupta ise üç öğretmen adayı vardır. Çalışmada 6 adet holistik modelleme yeterlikleri geliştirme yaklaşımına göre hazırlanan etkinlik 11 hafta boyunca uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan etkinlikler aynı zamanda Lesh ve Doerr'in (2003) model oluşturma etkinlikleri çerçevesinde hazırlanmıştır. Veriler grupların video kayırları, mülakatlar ve öğretmen adaylarının modelleme etkinliklerine ürettikleri çözümler ile toplanmıştır. Etkinliklere ait çözüm kağıtları araştırmacı tarafından oluşturulan rubrikle değerlendirilmiştir. Modelleme yeterlikleri rubriği oluşturulurken Maaβ (2006) tarafından belirtilen modelleme yeterlikleri ve alt yeterlikleri dikkate alınmıştır. Rubrik problemi anlama, matematiksel model oluşturma, matematiksel çalışma, yorumlama ve doğrulama olmak üzere dört farklı derece ile beş modelleme yeterliğini ve bu beş modelleme yeterlikleri altında modelleme alt yeterlikleri değerlendirecek şekilde oluşturulmuştur. Bulunan sonuçlara göre öğretmen adaylarının holistik modelleme yeterlikleri geliştirme perspektifiyle oluşturulan öğrenme ortamının öğretmen adaylarının değişkenler arası ilişki oluşturma alt yeterliği hariç diğer alt yeterliklerini geliştirdiği belirtilmiştir.

Yanbıyık (2016) tarafından yapılan çalışmada sınıf eğitiminde öğrenim göre öğretmen adaylarının fermi problemleri çerçevesinde modelleme yeterliklerini incelemek amaçlanmıştır. Araştırmada yöntem olarak durum çalışması kullanılmıştır. Çalışmada altı öğretmen adayı yer almaktadır. Veriler dört adet Fermi problemini içeren yarı yapılandırılmış görüşme formu ile toplanmıştır. Toplanan bu veriler modelleme basamakları çerçevesinde analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre öğretmen adaylarının problemi anlama, matematiksel modeli kurma, yorumlama ve doğrulamada güçlük çektikleri, değişkenleri belirleme, matematiksel çözümü bulmada yüksek oranda doğru cevap verdikleri görülmüştür.

Karacı (2016) tarafından yapılan çalışmada öğretmen adaylarının modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik oluşturulan öğrenme ortamının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada ilköğretim matematik öğretmenliği ikinci sınıfta örenim gören 24 öğretmen adayı yer almaktadır. Araştırmada karma yöntem kullanılmıştır. Çalışma nicel yöntem olarak tek gruplu ön test son test deneysel desen kullanılmıştır. Araştırma haftada üç saat olmak üzere toplam on üç hafta sürmüştür. Öğretmen adayları ikişerli gruplar halinde her hafta iki

modelleme etkinliğine çözüm üretmişlerdir. Veriler ön ve son modelleme testi, gözlem formu, öğretmen adaylarının modelleme erkinliklerine ürettikleri çözüm kâğıtları ile toplanmıştır. Öğretmen adaylarının çözüm kağıtları Özer ve Keskin (2008) tarafından geliştirilen puanlama anahtarına göre değerlendirilmiştir. Bulunan sonuçlara göre uygulama sonrasında öğretmen adaylarının modelleme son test puanlarında istatistiksel açıdan anlamlı bir artış vardır. Ayrıca öğretmen adayları uygulama sonrasında öğretmen adaylarının modelleme yeterliklerinin geliştiği bulunmuştur. Fakat yorumlama ve doğrulama yeterliğinde de öğretmen adaylarının uygulama sonrasında da zorluk yaşadıkları bulunmuştur.

Maaβ (2006) tarafından yapılan çalışmada modelleme yeterliklerini deneysel veriler ışığında tanımlamak amaçlanmıştır. Çalışmada 35 ilköğretim yedinci sınıf öğrencisi yer almaktadır. Çalışmada veriler genel matematik testi, modelleme testi, etkinlik çözüm kağıtları ve ev ödevleri, görüşmeler ve duyuşsal özellik ölçekleri ile toplanmıştır. Modelleme testi beş tane açık uçlu modelleme sorusunu içermektedir. Bulunan sonuçlara göre modelleme yeterlikleri sadece modelleme döngüsünde yer alan süreçlerle sınırlı değildir ve modelleme yeterliklerinin her biri birden fazla modelleme alt yeterliklerini içermektedir.

Mischo ve Maaβ (2012) tarafından Almanya'da yapılan çalışmada akademik başarı ve inançların öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerine etki edip etmediği incelenmiştir. Çalışmaya 959 öğrenci katılmıştır. Akademik başarının ve inançların modelleme yeterliklerini etkileyip etkilemediği yapısal eşitlik modellemesi ile sınanmıştır. Veriler araştırmacılar tarafından oluşturulan, açık uçlu ve çoktan seçmeli maddeleri içeren modelleme testi, okuma yeterliğini, akışkan zekayı, kelime bilgisini, matematiksel yeterliği, genel yeteneği ölçen alman literatüründe bulanan testler, inançlar ise PISA sınavından uyarlanan bir ölçek ile toplanmıştır. Bulunan sonuçlara göre problemi anlama kelime bilgisinden, problemi yapılandırma genel yetenekten, matematikleştirme, modeli çözme, yorumlama yeterlikleri ise matematiksel yetenekten etkilendiği belirtilmiştir. Ayrıca matematiğe yönelik geleneksel inanç sayılabilecek matematiği değişmez görmek ise modelleme yeterlikleri üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu, matematiği kullanışlı bir araç olarak görmek ise modelleme yeterlikleri üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur.

Stillman vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada modelleme süreçleri inceleyerek matematiksel modellemenin sınıf ortamında başarılı şekilde uygulanması için teorik bir

çerçeve oluşturulmak amaçlanmıştır. Çalışmada 21 dokuzuncu sınıf öğrencisi yer almıştır. Belirlenen bir etkinlik iki defa yüzer dakikalık peryotlarla uygulanıyor. Öğrencilere geri dönüt iki gün sonra elli dakikalık bir matematik dersinde verilmiştir. Dersler video kaydına alınarak incelenmiştir. Öğrenciler ikişerli gruplar halinde etkinlikler üzerinde çalışmışlardır. Oluşturulan gruplar aynı zamanda ses kaydına alınmıştır. Daha sonra öğrencilerin etkinlere ürettikleri çözüm kağıtları alınarak incelenmiştir. Bulunan sonuçlara göre karmaşık yaşam durumundan gerçek problem durumuna geçişte öğrencilerin zorluk çekmedikleri, gerçek problem durumundan matematiksel modele geçişte değişkenleri belirlerken zorlandıkları, matematiksel modelden matematiksel çözüm geçişte matematiksel bilgilerini doğru kullanmadıkları, matematiksel çözümün gerçek durumla yorumlanmasında güçlük çektikleri belirtilmiştir.

Brandt ve Kaiser (2015) tarafından yapılan çalışmada atomist ve holistik matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirme yaklaşımlarının öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlikleri arasında farklılık oluşturup oluşturmadığını incelenmiştir. Çalışmada 132 holistik yaklaşım grubu, 72 atomist yaklaşım grubu olmak üzere toplam 204 öğrenci yer almıştır. Holistik yaklaşımda öğrencilere modelleme döngüsünün tüm basamaklarını içeren etkinlikler çözdürülmüş, atomist yaklaşımda ise modelleme döngüsünün sadece bir basamağını içeren etkinlikler çözdürülmüştür. Uygulamadan önce öğrencilere modelleme yeterlikleri testi ön test olarak yapılmış, uygulamadan sonra da aynı test son test olarak uygulanmış ve bir müddet sonra da kalıcılık testi uygulanmıştır. Modelleme yeterlikleri testi araştırmacı tarafından geliştiriliştir. Atomist gruba beş etkinlik, holistik gruba beş holistik modelleme etkinliği çözdürülmüştür. Çalışmada matematiksel modelleme yeterlikleri problemi yapılandırma ve matematikleştirme, matematiksel çalışma, yorumlama ve doğrulama olmak üzere üç kategori altında incelenmiştir. Her bir etkinlik için doksan dakika süre verilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre her iki yöntem de öğrencilerin modelleme yeterlikleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahiptir. Problemi yapılandırma ve yorumlama ve doğrulama yeterliğinde holistik grupta atomist gruba göre daha fazla bir artış olmuştur. Ayrıca matematiksel çalışma yeterliğinde atomist grupta holistik gruba göre daha fazla bir artış olmuştur. Atomist grup ise kalıcılık testinden problemi yapılandırma ve matematikleştirme yeterliğinde holistik gruba göre daha yüksek puan almışlardır. Holistik grup ise kalıcılık testinde yorumlama ve doğrulama modelleme yeterliğinde atomist gruba göre daha yüksek puan almışlardır.

Ludwig ve Reit (2013) tarafından yapılan çalışmada öğrencilerin modelleme yeterliklerini modelleme etkinliğinde gösterdikleri performansları sınıflandırmak amaçlanmıştır. Çalışmada Almanya'da 6,8,9,10 ve 11. Sınıfta öğrenim gören 234 öğrenci yer almıştır. Çalışmada veriler öğrencilerin bir modelleme etkinliğine ürettikleri çözüm kâğıtları ile toplanmıştır. Öğrencilerden toplanan çözüm kâğıtları Ludwig ve Xu (2010) tarafından önerilen altı aşamalı modelleme çerçevesine göre değerlendirilmiştir. Bu çerçevede birinci aşamada problem anlaşılmamış ve çözüm için herhangi çaba gösterilmemiş, ikinci aşamada problem anlaşılmış ama problem yapılandırılmamış ve gerçek durumla ilgili her hangi bir matematiksel bağlantı kurulmamış, üçüncü aşamada problem yapılandırılmış ama matematiksel bir model oluşturulmamış, dördüncü aşamada matematiksel model oluşturulmuş ama matematiksel işlemler sınırlı seviyede ve genelleştirilememiş, beşinci aşamada ise matematiksel sonuçlar bulunduktan sonra genel bir formül oluşturulmuş ama bu formül analiz edilmemiş ve doğrulanmamış, altıncı aşamada ise bulunan çözüm analiz edilmiş ve doğrulanmıştır. Ayrıca çözümün daha da geliştirilebilmesi için çözüm önerilerinde bulunulmuştur. Bu aşamalara göre yapılan değerlendirmeler sonucunda çalışmada öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun ikini ve üçüncü aşamada oldukları görülmüştür. Ayrıca sınıf seviyesi arttıkça modelleme seviyelerinde de bir artış bulunmuştur. Bununla birlikte modelleme yeterlik seviyeleri cinsiyete göre anlamlı bir farklılık oluşturmamıştır.

Dan ve Xie (2011) tarafından yapılan çalışmada mühendislik öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerini incelenmiştir. Çalışmada lojistik mühendisliğinde öğrenim gören 33 öğrenci katılmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak Haines ve Crouch (2001) tarafından geliştirilen matematiksel modelleme testi kullanılmıştır. Test 22 sorudan oluşan ve toplam 44 puan elde edilebilecek çoktan seçmeli bir testtir. Çalışmanın sonuçları daha önce Ulster Üniverstitesinde (İngiltere) öğrenim gören öğrencilerden aynı testle toplanan verilerden elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre Çin'de öğrenim gören öğrencilerin ortalaması 28 bulunmuştur. Bu sonuç Çin'de öğrenim gören öğrencilerin modelleme yeterliklerinin makul seviyede olduğunu göstermektedir. Ayrıca Çin'de öğrenim gören öğrenciler problemi yapılandırma, matematiksel çalışma ve yorumlama doğrulama yeterliklerinde Ulster Üniversitesinde öğrenim gören öğrencilere göre daha yüksek puanlar elde etmişlerdir. Fakat değişkenleri belirleme ve matematikleştirme yeterliklerinde Ulster Üniversitesinde öğrenim gören öğrencilere göre daha fazla puan elde etmişlerdir. Ayrıca Hem Çin'e öğrenim gören öğrenciler matematiksel

çalışma ve doğrulama yeterliklerinde diğer modelleme yeterliklerine göre daha üst seviyede performans göstermişlerdir. İngiltere'de öğrenim göre öğrenciler ise matematikleştirme, değişkenleri belirleme ve matematiksel çalışma yeterliklerinde diğer yeterliklere göre daha üst seviyede performans göstermişlerdir.

Zöttle vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada buluşsal çözülmüş modelleme örneklerinin kullanıldığı öğrenme ortamının öğrencilerin modelleme yeterliklerini nasıl etkilediği incelenmiştir. Çalışma Komma projesi çerçevesinde gerçekleştirilmiş olup 8. Sınıfta öğrenim gören 316 öğrenci ile yürütülmüştür. Öğrencilere uygulamadan önce ön test yapılmış, uygulama sürecinde modelleme ile ilgili çözülmüş örnekler sunulmuş, uygulamadan sonra ise son test uygulanmıştır. Yaklaşık altı ay sonra ise kalıcılık testi uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan modelleme etkinlikleri holistik nitelik taşımakta olduğu belirtilmiştir. Çalışmada modelleme yeterlikleri üç kategori altında incelenmiş ve bu kategorilere uygun çoktan seçmeli test maddeleri oluşturulmuştur. İlk kategori tip 1 olarak isimlendirilmiş ve anlama, gerçek model oluşturma ve matematikleştirmeden oluşmaktadır. Tip 2 olarak isimlendirilen ikini yeterlik kategorisi ise matematiksel çalışmadan oluşmaktadır. Tip 3 olarak isimlendirilen modelleme yeterliği ise yorumlama ve değerlendirmeden oluşmaktadır. Oluşturulan test her bir yeterlik için 12 maddeden toplamda ise 36 maddeden oluşmakta ve en çok 36 puan alınabilmektedir. Bulunan sonuçlara göre yapılan uygulamadan sonra öğrencilerin modelleme yeterlikleri son test puanları istatistiksel açıdan anlamlı şekilde artış göstermiştir. Ayrıca yapılan kalıcılık testinde de anlamlı bir artış bulunmuştur.

Lingefjärd (2004) tarafından yapılan çalışmada mühendislik fakültesinde öğrenim gören öğrencilerin modelleme yeterlikleri incelenmiştir. Çalışma 87 öğrenci ile yürütülmüştür. Çalışmada Haines ve Crouch (2001) tarafından geliştirilen matematiksel modelleme testi kullanılmıştır. Bulunan sonuçlara göre mühendislik öğrencilerinin modelleme testi puanları arasında anlamlı bir farklılık yoktur. Ayrıca en az doğru cevap verilen madde beşinci madde olmuştur. Bu madde ise problemi yapılandırma yeterliğine yönelik bir maddedir. En fazla doğru cevap verilen madde ise yirminci madde olduğu belirtilmiştir. Bu madde ise yorumlama ve doğrulama modelleme yeterliğine yönelik bir maddedir.

Gatabi ve Abdolahpour (2013) tarafından yapılan çalışmada dokuzuncu ve onuncu sınıfta öğrenim gören öğrencilerin modelleme yeterlikleri seviyesini belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmaya 484 dokuzuncu sınıf, 335 onuncu sınıf öğrencisi katılmıştır. Uygulama sürecinde

öğrencilere holistik özellik taşıyan bir modelleme etkinliği çözdürülmüştür. Veriler çözdürülen bu modelleme etkinliğine verilen çözüm raporları ile toplanmıştır. Öğrencilerin çözüm raporları Ludwig ve Xu (2010) tarafından önerilen modelleme seviyeleri ile değerlendirilmiştir. Bulunan sonuçlara göre öğrencilerin modelleme yeterlikleri arasında cinsiyete göre anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Ayrıca sınıf seviyesine göre öğrencilerin modelleme yeterlikleri arasında onuncu sınıflar lehinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Buna ek olarak öğrencilerin modelleme yeterlikleri çoğunlukla birinci, ikinci ve üçüncü seviyede toplandığı görülmektedir. Bu sonuç ise öğrencilerin çoğunun yorumlama ve doğrulama modelleme yeterliğinde başarılı olmadıklarını göstermektedir.

Houston ve Neill (2003) tarafından yapılan çalışmada öğrencilerin modelleme yeterlikleri cinsiyete ve sınıf seviyesine göre incelenmiştir. Çalışmaya toplam 238 öğrenci katılmıştır. Çalışmada yer alan öğrenciler modelleme dersini almakta olup veriler bu modelleme dersinden sonra toplanmıştır. Çalışmada veriler Haines ve Crouch (2001) tarafından geliştirilen 22 maddeden oluşan modelleme testi kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre öğrenciler testte yer alan yorumlama ve doğrulama, matematikleştirme yeterliklerinde düşük başarı göstermişlerdir.

# BÖLÜM III

# YÖNTEM

Bu bölümde çalışmada kullanılan araştırma deseni, çalışma grubu, uygulama süreci, veri toplama araçları, veri analizinde kullanılan istatistiksel tekniklere yer verilmiştir.

## 3.1. Araştırma Deseni

Deneysel yöntemin en temel özelliği, araştırma kapsamında bilinçli olarak bir şey değiştirildiği zaman diğer şeylerdeki değişimleri gözlemlemektir (Christensen, Johnson ve Turner, 2014, s.49). Deneysel desenlerin diğer araştırma desenlerine göre en önemli özelliği, araştırılmak istenen değişken üzerindeki etkilerin incelenebilmesi, neden - sonuç ilişkisini belirlemek amacıyla hipotezleri test edilebilmesi ve bağımlı değişkenin değiştirilebilmesine imkân vermesidir (Freankel, Wallen ve Hyun, 2012, s.265). Bu kapsamda şimdiki çalışmada, bütün-parça-bütün öğrenme modelinin matematiğe yönelik farklı inanç kategorilerine sahip öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırmanın bağımsız değişkenleri, bütün-parça-bütün öğrenme modeli ve öğretmen adaylarının matematiğe yönelik inanç kategorileridir. Araştırmanın bağımlı değişkeni ise matematiksel modelleme yeterlikleridir. Araştırmada bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki ve belirlenen hipotezlerin test edilmesi amaçlandığından araştırmada deneysel desen kullanılmıştır. Bu bağlamda, bütün-parça-bütün öğrenme modelinin uygulandığı bir öğretimin, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri üzerindeki etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca, bu deneysel işlem sürecinde, öğretmen adaylarının matematiğe yönelik inanç kategorilerinin, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri üzerindeki etkisi de incelenmiştir. Bu kapsamda, araştırmanın

modeli, tek gruplu öntest -sontest yarı deneysel desen (Gliner, Morgan ve Leech, 2017, s.71; Jackson, 2010, s.147) olarak tasarlanmıştır. Tek gruplu ön test son test yarı deneysel desende, uygulamadan önce bağımlı değişkeni/ değişkenleri ölçmek için bir ön test uygulanır, daha sonra çalışma grubuna bağımlı değişkene/değişkenlere yönelik uygulama yapılır. Uygulama bittikten sonra bağımlı değişkene/değişkenlere yönelik yeniden ölçüm yapılır. Uygulamadan önce ve uygulamadan sonra bağımlı değişkene/değişkenlere yönelik ölçümler arasındaki farklılığın, ortama yapılan müdahaleden kaynaklandığı varsayılmaktadır (bkz., Cristensen vd. 2015, s.240; Freankel vd., 2012 s.265; Gliner vd. 2017, s.71; Jackson, 2010, s.147;). Ayrıca bu araştırmanın amacı, parça-bütün öğretim yaklaşımının öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri üzerindeki etkisini, öğretmen adaylarının matematiksel inançlarına göre incelemek olduğu için, kontrol grubu çalışmaya dâhil edilmemiş ve bu nedenle çalışma tek gruplu ön test son test yarı deneysel desen olarak tasarlanmıştır. Bu deneysel desendeki bağımsız değişken -parça-bütün öğretim yaklaşımı- çalışma grubunu oluşturan iki farklı matematiksel inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarına da aynı şekilde uygulanmıştır. Bu deneysel sürecin simgesel gösterimi ise Tablo 2'de verilmiştir:

Tablo 2

*Araştırma Deseninin Simgesel Gösterimi*

| Grup | Ön test | Uygulama | Son Test |
|---|---|---|---|
| Geleneksel İnanç Kategorisindeki Öğretmen adayları | MYT | O | MYT |
| Geleneksel Olmayan İnanç Kategorisindeki Öğretmen Adayları | MYT | O | MYT |

MYT: Modelleme Yeterlikleri Testi
O: Bütün-Parça-Bütün Öğrenme Ortamı

### 3.2. Çalışma Grubu

Çalışma grubu, seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabilir örneklem yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Deneysel çalışmalarda neden sonuç ilişkisi göz önüne alındığından çalışmanın sonuçları açısından çalışma grubunun seçkisiz atanması seçkisiz seçilmesinden daha önemlidir (Cristensen vd., 2015, s.161). Bu çalışmada ise bütün-parça-

bütün öğrenme modelinin uygulandığı bir öğretim ortamında, öğretmen adaylarının modelleme yeterliklerinin inanç kategorilerine göre olası değişimleri incelenmiştir. Öğretmen adaylarının matematiksel inançlarının türleri istatistiksel temelli olarak Q metodolojisi ile belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının inanç kategorilerinin istatistiksel temelli olarak belirlenmesi seçkisiz atamaya benzemekte olup çalışmanın sonuçlarının güvenirliği açısından önem arz etmektedir.

Çalışma, 2015-2016 öğretim yılı bahar yarıyılında Ankara ilinde yer alan bir devlet üniversitenin ilköğretim matematik öğretmenliği ikinci sınıfında yer alan öğretmen adaylarıyla yürütülmüştür. Çalışma grubunda 17'si bayan (%62) 10'u erkek (%38) öğretmen adayı olmak üzere toplam 27 öğretmen adayı yer almaktadır. Çalışmada yer alan öğretmen adayları, matematik dersleri olarak Genel Matematik I, Soyut Matematik, Geometri, Analiz I, Lineer Cebir derslerini almışlardır. Bu dersleri aldıkları için, deneysel işlem süreci boyunca kendilerine verilecek matematiksel modelleme etkinliklerine yönelik yeterli düzeyde cevap verebilecekleri ve yorum yapabilecekleri beklenmektedir. Dolayısıyla, bu öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin belirlenmesi için uygun bir çalışma grubu olabileceği düşünülmüştür.

### 3.3. Uygulama Süreci

Literatürde, öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini artırmaya yönelik iki farklı yaklaşım vardır: holistik ve atomistik (bkz., Blomhoj, 2007; Blomhoj ve Jensen, 2003; Haines, Crouch ve Fitzharris, 2003, s.42; Kaizer ve Brandt, 2015, s.130). Modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik holistik yaklaşımda, bireylerin tüm modelleme sürecini ve tüm modelleme yeterliklerini etkinliklerle tecrübe ederek modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi amaçlanırken, atomist yaklaşımda ise bireylerin problemin matematiksel analizi, matematikleştirme ve matematiksel çalışma yeterlikleri başta olmak üzere sadece belirli bir modelleme yeterliğine yönelik hazırlanan etkinliklerle çalışarak modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir (Blomhoj ve Jensen, 2003). Ancak, holistik yaklaşımda hazırlanan etkinliklerde bazı modelleme yaklaşımlarının ihmal edilme durumundan dolayı öğrencilerin modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik holistik ve atomist yaklaşımları arasında bir denge kurulması ve öğretim ortamlarında ikisinin beraber kullanılması önerilmektedir (bkz. Blomhoj ve Jensen, 2003; Jensen ve Kjeldsen, 2006; Zöttl, Ufer ve Reiss, 2010). Ancak,, bu iki yaklaşımının arasında nasıl denge

kurulacağı ve bu iki yaklaşımın öğrenme ortamlarında birlikte kullanılmasına yönelik doğrudan bir teorik çerçeve literatürde bulunmamaktadır. Bu bağlamda şimdiki çalışmada, Swanson ve Law'un (1993) bütün - parça-bütün öğretim modeline dayalı olarak holistik ve atomistik (atomist) modelleme yeterlikleri geliştirme yaklaşımlarının birlikte kullanılmasına imkân veren bir öğretim ortamı oluşturulmuştur. Böylece holistik ve atomist modelleme geliştirme yaklaşımlarının beraber kullanılması ile her iki yöntemin üstün yönleri alınarak etkili bir öğretim ortamının oluşturulması amaçlanmıştır.

Bu kapsamda şimdiki çalışma, İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programı'nda yer alan bir üç kredilik seçmeli ders kapsamında yapılmış olup toplam 12 hafta sürmüştür. Uygulama öncesinde öğretmen adaylarının matematiğe yönelik inançları, Q metodolojisiyle belirlenmiş ve elde edilen sonuçlara göre gruplar oluşturulmuştur. Daha sonra, öğretmen adaylarına modelleme yeterlikleri testi (MYT) ön test olarak uygulanmıştır. Ön testlerin gruplara uygulanma sonrasında, her bir gruba bütün-parça-bütün öğretim yaklaşımı ile matematiksel modelleme, modelleme yeterlikleri ve modelleme etkinliği hazırlamaya vb. yönelik öğretim süreci başlatılmıştır. Bu öğretim sürecinde, öğretmen adayları gruplar halinde çalışmışlardır. Öğretmen adaylarının holistik modelleme etkinliklerine ürettikleri çözümler araştırmacı tarafından hazırlanan 4'lü rubrikle incelenmiştir. 12 haftalık uygulama sürecinin sonunda, MYT son test olarak öğretmen adaylarına tekrar uygulanmıştır. Çalışma ve sürecine ilişkin yukarıda verilen kısa açıklamaların detayları aşağıda alt başlıklar halinde verilmiştir.

### 3.3.1. Grupların Oluşturulması

Öğretmen adaylarının matematiğe yönelik inançları Q metodolojisiyle belirlenmiştir. Q metodolojisi, herhangi bir durum için bireylerin sahip olduğu algı, tutum, inanç ve bakış açısı vb. öznel düşünceleri açığa çıkarmak için kullanılan ve gruptaki bireylerin ortak bir düşünce ve görüş altında toplanıp toplanmadığını belirleyen, bir yöntemdir (Brown 1980; Stenner vd. , 2008; Stephenson, 1988).

Q metodolojisi sonuçları ile matematiğe yönelik inançları belirlenen öğretmen adaylarını, matematiksel inanç kategorilerine göre gruplara ayrıştırılmış ve uygulama sürecinde gruplar halinde çalışmışlardır. Ayrıca, grupların oluşturulmasında öğretmen adaylarının matematiğe yönelik inançlarının yanında MYT ön testinden aldıkları puanlar ve genel akademik başarıları da dikkate alınmıştır. Ancak burada -grupların oluşumunda-, öğretmen adaylarının

MYT ön testinden aldıkları puanlara ve genel akademik başarılarına göre istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık olmamasına dikkat edilmiştir (detaylı bilgi için bkz Tablo 4). Gruplar arasındaki bu farklılıklar dikkate alınırken öğretmen adaylarının aynı zamanda grup içinde rahat çalışabilmelerine imkân vermek için onların diğer grup bireylerine yönelik isteklerine de – aynı matematiksel inanç kategorisindeki öğretmen adayları arasından seçim yapmak şartıyla- dikkat edilmiştir. Bu kriterler doğrultusunda modelleme yeterliklerini süreç içerisinde inceleyebilmek için dört grup seçilmiştir. Bu gruplardan geleneksel olmayan inanç grubu (GOİ) grubu geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Karma1 grubunda bir öğretmen adayı geleneksel olmayan inanç kategorisinde iki öğretmen adayı ise geleneksel inanç kategorisinde yer almaktadır. Karma2 grubunda ise iki öğretmen adayı geleneksel olmayan inanç kategorisinde bir öğretmen adayı ise geleneksel inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Geleneksel inanç (Gİ) grubu ise geleneksel inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Bu gruplara yönelik bilgiler Tablo 3'de özetlenmiştir.

Tablo 3

*Matematiğe Yönelik İnanç Kategorilerine Göre Gruplar*

| | İnanç Kategorilerine Göre Gruplar | | | |
|---|---|---|---|---|
| | GOİ Grubu | Karma1 Grubu | Karma2 Grubu | Gİ Grubu |
| İnanç Kategorilerine Göre Bireyler | GOİ | GOİ | GOİ | Gİ |
| | GOİ | Gİ | GOİ | Gİ |
| | GOİ | Gİ | Gİ | Gİ |

GOİ: Geleneksel Olmayan İnanç Kategorisi
Gİ: Geleneksel İnanç Kategorisi

Grupların arasında MYT ön testine göre ve akademik başarıya göre anlamlı bir farklılığın olup olmadığı Kruskal Wallis H testi ile sınanmıştır.

Tablo 4

*MYT Ön Testi ve Akademik Genel Ortalama Gruplar Arası Farklılık Sınaması Kruskal Wallis H Testi Sonuçları*

| Ölçütler | Gruplar | N | Sıra ortalamaları | H | p |
|---|---|---|---|---|---|
| MYT Ön Testi | GOİ | 3 | 4,83 | 1,34 | .719 |
| | Karma1 | 3 | 6,83 | | |
| | Karma2 | 3 | 8,17 | | |
| | Gİ | 3 | 6,17 | | |
| Genel Akademik Başarı Notları | GOİ | 3 | 8 | 1,66 | .644 |
| | Karma1 | 3 | 7,67 | | |
| | Karma2 | 3 | 5,33 | | |
| | Gİ | 3 | 5 | | |

p<.05

Öğretmen adaylarının MYT ön testi GOİ grubu sıra ortalaması 4.83, Karma1 grubunun sıra ortalaması 6.83, Karma2 grubunun sıra ortalaması 8.17 ve Gİ grubunun sıra ortalaması ise 6.17'dir. Öğretmen adaylarının genel akademik başarı notları GOİ grubu sıra ortalaması 8, Karma1 grubunun sıra ortalaması 7.67, Karma2 grubunun sıra ortalaması 5.33 ve Gİ grubunun sıra ortalaması ise 5'tir.

Yapılan analizler sonucunda, GOİ, Karma1, Karma2, Gİ gruplarında yer alan öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir [$H(3)=1.34$, $p>.05$]. Ayrıca, GOİ, Karma1, Karma2, Gİ gruplarında yer alan öğretmen adaylarının genel akademik başarı notları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı da tespit edilmiştir [$H(3)=1.66$, $p>.05$]. Bu sonuçlara dayanarak, uygulama sürecinde öğretmen adaylarının matematiksel inanç kategorilerine göre oluşturulan bu grupların, modelleme yeterlik ve genel akademik başarı puan ortalamalarına göre birbirlerine benzer özellikler gösterdikleri söylenebilir. Bu şekilde, deneysel işleme dayalı olarak gruplarda meydana gelebilecek olası değişimlerde, MYT ön test sonuçlarının ve başarı değişkeninin etkisinin minimize edilmesi amaçlanmıştır.

### 3.3.2. Bütün Parça Bütün Öğrenme Modeli

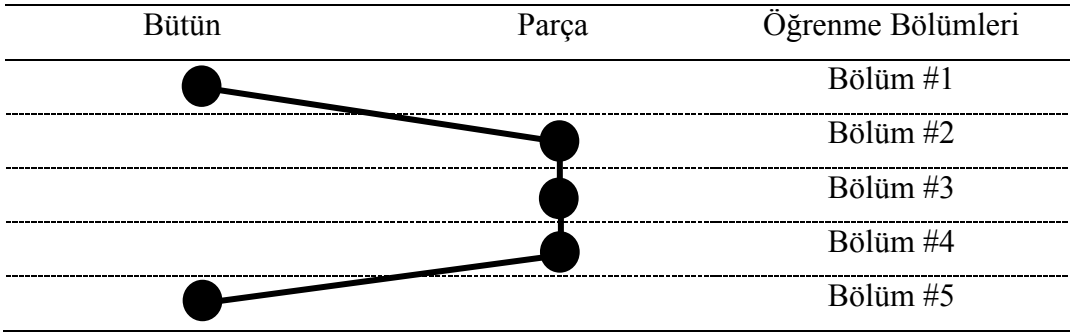
Bütün parça bütün öğrenim modeli ilk olarak Richard Swanson tarafından 1972 yılında ortaya atılmıştır. Bütün parça bütün öğrenim modeli üç kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısmın iki amacı vardır. Birincisi, içeriği öğrencileri sonra gelecek olan kavramlara hazırlamaktır. İkincisi ise öğrencileri gelecek olan içeriğe motive etmektir (Swanson ve Law, 1993). Birinci kısımda öğrencilerin öğrenecekleri konularla ilgili amaçlar ne olacak ve öğrenciler bu bölümde ne öğrenecekler gibi sorulara öğrencilerin cevap bulabilecekleri şekilde içerik düzenlenir. Öğrenciler, gelecek olan içerikle ilgili temel kavramlarla tanıştırılır ve ön örgütleyicilerinde yardımıyla öğrencilerin zihinlerinde gelecek olan kavramlarla ilgili anlamlı bir şema oluşturulmaya çalışılır (Swanson ve Law, 2008, s.242). Ayrıca birinci bölümde, öğrenciler gelecek konuya motive de edilmelidir. Böylece ilk bölümle öğrenci gelecek olan parça bölümünde öğrenecekleri konulara motive olmuş ve hazırlanmış olur (Swanson ve Law, 1993).

İkinci kısım olan parça kısmında ise öğretilecek olan içeriğin daha detaylandırılarak daha derin olarak öğrencilere anlamlı gelecek şekilde hazırlanan parçalar halinde öğretimi yapılır. Bu kısımda yapılandırılmış ve belirlenmiş içeriğin öğretiminde daha etkili olduğundan dolayı daha çok davranışçı yaklaşım kullanılır (Swanson ve Law, 1993). Bu kısımda önemli olan öğrencilerin bu parçaları öğrenebilmeleri ve içeriğin parçalara ayrılabilir olmasıdır (Swanson ve Law, 2008, s.248).

Üçüncü kısım "bütün parçadan daha anlamlıdır" fikrinden hareketle Gestalt kuramına dayanmaktadır (Swanson ve Law, 1993). Üçüncü kısımda öğrencilere öğrendikleri parçaları bir araya getirme ve aralarında ilişki kurma fırsatı verilmelidir. Böylece öğrenciler önceki öğrendiklerini uygulayarak ve bir araya getirerek kavramları daha anlamlı şekilde öğrenebileceklerdir (Swanson ve Law, 1993). Bu kısımda yapılandırmacı yaklaşım ve aktif öğrenme stratejileri kullanılarak öğrencilere kendi öğrenmelerini düzenleme ve öğrencileri zorlayıcı etkinliklerle öğrencilere ikinci kısımda öğrendiklerini uygulama fırsatı verilerek öğrencilerin istenen konuyu daha iyi anlamaları sağlanır (Swanson ve Law, 2008, s.246). Tablo 5'te bütün parça bütün öğrenim modelinin şematik bir temsili verilmiştir.

Tablo 5

*Bütün parça bütün öğrenim Modelinin Şematik Temsili*




Swanson, R. A., & Law, B. D. (1993). Whole-part-whole learning model. *Performance Improvement Quarterly*, *6*(1), 43-53. kaynağından uyarlanmıştır.

### 3.3.3. Öğrenme Ortamı Tasarımı

Araştırmada kullanılan öğrenim ortamı, bütün parça bütün öğrenme modeline göre tasarlanmıştır. Bu amaçla öğrenim planının, bütün parça bütün öğrenme modeline uygun olarak üç bölümden oluşturulması kararlaştırılmıştır. Uygulamanın ilk bölümünde yer alan ilk haftada öğretmen adaylarına matematiksel modellemenin tanımı, içeriği, nasıl kullanıldığı, hangi aşamalardan oluştuğu, modelleme yeterliklerinin ne olduğu, matematiksel modellemenin eğitimde kullanımıyla ilgili bilgiler paylaşılmış ve öğrencilerin yapılacak uygulamaya yönelik motivasyonlarını artırmak için basit bir modelleme etkinliği üzerinde çalışmaları sağlanmıştır. Daha sonraki iki haftada ise öğrencilere gerçek yaşam durumu içeren holistik (holistik) yaklaşıma uygun iki etkinlik verilmiştir.

Uygulamanın ikinci bölümünde ise bütün parça bütün öğrenim modeline uygun olacak şekilde modelleme yeterliklerinin her birine yönelik atomist etkinlikler oluşturularak öğretmen adaylarının her bir modelleme yeterliklerine özel olarak odaklanmaları sağlanmaya çalışılmış, her bir modelleme yeterliği atomist etkinliklerle detaylandırılmış ve her bir modelleme yeterliğinin daha derin olarak öğrenciler tarafından incelenmeleri sağlanmıştır. Bu kısımda, öğretmen adayları her bir modelleme yeterliklerine yönelik hazırlanan etkinlikleri bireysel olarak çözmeye çalışmışlardır. Daha sonra hazırlanan atomist etkinlikler araştırmacı ile birlikte sınıf ortamında tahtada yeniden çözülmüş ve böylece bireysel olarak etkinlikleri çözen öğretmen adaylarına çözümlerinin doğruluğunu kontrol etme nerelerde hata yaptıklarını görme ve çözümlerini revize etme fırsatı verilmiştir.

Uygulamanın üçüncü bölümünde ise bütün parça bütün öğrenim modeline uygun olarak öğrencilerin ilk bölümde genel fikir edindikleri ve ikinci bölümde üzerinde detaylı olarak çalıştıkları modelleme yeterliklerini yeniden bir araya getirme fırsatı verilerek ve modelleme yeterlikleri arasında ilişki kurmaları sağlanarak modelleme yeterlikleri öğretmen adayları için daha anlamlı hale getirilmeye çalışılmıştır. Bu bölümde öğretmen adaylarının daha detaylı olarak üzerinde çalıştıkları modelleme yeterliklerini holistik modelleme etkinlikleri ile bir bütün olarak ele alarak yeniden çalışma fırsatı bulmuşlardır. Bütün parça bütün öğrenme modeline uygun olarak öğrenciler bu bölümde oluşturulan gruplar halinde holistik modelleme etkinliklerine çözüm üretmeye çalışmışlardır. Öğretmen adaylarının grupla çalışmaları onlara öğretme-öğrenme sürecine etkin katılımlarına, etkili iletişim kurma becerilerinin gelişmesine, olayları gözden geçirip, birlikte sonuca ulaşmalarına olanak sağlamıştır. Grup olarak yaptıkları holistik modelleme etkinliklerinin sonunda öğretmen adaylarından etkinliğe ait çözümler üretmeleri istenmiştir. Böylece öğretmen adaylarının süreç içerinde ortaya çıkan modelleme yeterliklerinin incelenmesi hedeflenmiştir. Öğretmen adaylarından alınan çözümler araştırmacı tarafından hazırlanan 4'lü rubrik ile değerlendirilmiştir. Bütün parça bütün öğrenim modelinde kullanılan holistik etkinlikler çalışmanın güvenirliği açısından daha önce literatürde kullanılmış modelleme döngüsünün bütün basamaklarını içerdiği kabul görmüş etkinliklerden seçilmiştir. Ayrıca bu etkinliklerin seçiminde Blomhoj ve Kjeldsen'nin (2006) modelleme etkinliği kriterleri de dikkate alınmıştır. Bu kriterler 1) modelleme etkinliği öğrenciler tarafından anlamlandırılabilmeli, 2) öğrencilere modelleme döngüsünün basamaklarında bağımsız olarak çalışma fırsatı sunmalı, 3) gerçek hayat durumunu yansıtmalı veya gerçek verileri içermeli, 4) açık uçlu ve farklı sonuçlar çıkabilecek şekilde olmalı, 5) öğrencilerin mevcut matematik bilgilerini kullanmalarını sağlamalı, 6) oluşturulan modeller yeniden değerlendirilebilir olmalı, şeklinde belirtilmiştir. Her bir modelleme yeterliğine uygun atomist etkinlikler ise literatürdeki matematiksel modellemeye yönelik hazırlanan kitaplardan (bkz. Berry ve Houston, 1995; Edwards ve Hamson, 1996; Giordano, Fox ve Horton, 2014; Kaur ve Dindyal, 2010; Masterton-Gibbons, 2007) faydalanılarak hazırlanmıştır. Matematiksel modelleme ile ilgili yukarıda bahsi geçen kitaplar incelenmiş ve öğretmen adaylarının modelleme sürecinin her bir basamağını tecrübe etmelerini ve her bir basamağını daha detaylı görebilmelerini sağlayacak atomist etkinlikler seçilmiş ve uyarlanmıştır. Bu kapsamda, şimdiki çalışmada bütün-parça-bütün öğrenme modelinin 3 saatlik bir ders kapsamındaki uygulanmasına yönelik bir örnek Ek-7'de verilmiştir.

### 3.3.4. Araştırmacının Rolü

Yapılan çalışma 12 hafta boyunca araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Çalışma süreci boyunca oluşturulan gruplar araştırmacı tarafından gözlemlenmiş ve ihtiyaç anında gruplara destek olunmuştur. Gruplara verilen destek Blum ve Ferri (2009) tarafından belirtildiği gibi "minimum öğretmen desteği, maksimum seviyede öğrencinin serbest çalışması" şeklinde olmuştur. Yapılan müdahelelerde, öğrencilerin sordukları sorulara direk cevap vermek yerine yine Blum ve Ferri (2009) tarafından belirtildiği şekilde onları üst bilişsel düşünmeye teşvik edecek "Durumu hayal edin.", "Başka değişkenlerde olabilir mi?", "Bulduğunuz sonuçlar durum ile tutarlı mı?" gibi sorular sorulmuştur. Ayrıca oluşturulan gruplar araştırmacı tarafından birbirleriyle etkileşime giremeyecekleri şekilde birbirinden mümkün olan en uzak yerlerde çalışmaları sağlanmış ve uygulama süreci boyunca grupların birbirleriyle etkileşimine izin verilmemiştir. Etkinlikler çalışma süresince araştırmacı tarafından uygulanmıştır. Etkinliklerden önce uygulanacak etkinliğin bağlamıyla ilgili öğretmen adaylarını derse motive edecek şekilde öğretmen adaylarına araştırmacı tarafından bir video izletilmiştir. Her bir dersin uygulama sürecinde araştırmacı tarafından notlar tutulmuş ve sonraki etkinlik süreçleri bu notlar dikkate alınarak düzenlenmiştir. Öğretmen adayları çalışmanın ilk bölümünde yer alan etkinliklerde oldukça zorlanmışlardır. Örneğin deniz feneri etkinliğinde soruda hiçbir verinin verilmediğini belirtip araştırmacıdan yardım istemişlerdir. Bu şekildeki durumlarda araştırmacı öğrencilere direk cevap vermemiş onları daha derin düşünmeye sevkedici sorular sorarak yönlendirmiştir. Ayrıca araştırmacı öğretmen adaylarının etkinliklerin sonunda buldukları sonuçların tutarlılığının kontrol edilmesine teşvik etmiştir.

## 3.4. Veri Toplama Araçları

Veri toplama araçları olarak öğretmen adaylarının matematiğe yönelik inançlarını belirlemek için Q metodolojisi kullanılmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının modelleme yeterliklerini uygulama öncesi ve sonrası anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek için MYT kullanılmıştır. Bu ölçme araçlarına ilişkin bilgiler aşağıda verilmiştir.

### 3.4.1. Modelleme Yeterlikleri Testi

Bu çalışmada kullanılan modelleme yeterlikleri testi ilk olarak Haines, Crouch ve Davis (2000) tarafından geliştirilmiştir. Daha sonra yapılan çalışmalarda Haines, Crouch ve Davis(2001), Haines, Crouch ve Fitzharris (2003), Haines ve Crouch (2001), Houston ve Neill (2003), Izard, Haines, Crouch, Houston ve Neill (2003), Lingefjard (2004) bu testi daha da geliştirerek teste son halini vermişlerdir. Modelleme yeterliklerini ölçmeye yönelik hazırlanan çoktan seçmeli olan bu test toplam 22 madde oluşmaktadır. Her biri çoktan seçmeli maddede beş seçenek yer almaktadır. İlk 18 maddede bu seçeneklerden birisi doğru cevap, diğer bir seçenek kısmen doğru cevap ve diğer seçenekler de yanlış cevaptır. Son dört maddede ise seçeneklerden sadece birisi doğru diğerleri ise yanlış cevaptır. Araştırmacılar tarafından hazırlanan modelleme yeterlikleri testinde yer alan ilk 18 maddede doğru cevaplar 2 olarak, kısmi doğru cevaplar 1 olarak yanlış cevaplarda 0 olarak puanlanmıştır. Son dört maddede ise doğru cevaplar 2 yanlış cevaplar ise 0 olarak puanlanmıştır. Modelleme yeterlikleri testinden en fazla 44 puan alınabilmektedir. Bu test ilk olarak Haines vd. (2000) tarafından altışar maddeden oluşan iki paralel test halinde hazırlanmıştır. Daha sonra bu iki teste ek olarak bu iki testle paralel olacak şekilde altı maddeden oluşan bir üçüncü test Houston ve Neill (2003) tarafından hazırlanmıştır. Son olarak ise Izard vd. (2003) ve Lingefjard (2004) 22 maddeden oluşan matematiksel modelleme yeterlikleri testini çalışmalarında kullanmışlardır. Haines vd. (2000) modelleme testini Edward vd.'nin (1996) çalışmalarından faydalanarak hazırlamıştır. Haines vd. (2000) modelleme yeterlikleri testinde yer alan ilk altı maddenin hazırlama aşamalarını aşağıdaki gibi belirtmiştir:

Madde 1: Gerçek yaşam durumundan matematiksel modele geçişte yer alan varsayımları içeren bir madde olup Edwards vd.' nin (1996, s. 24) kitabında yer alan Otobüs Durağı örneği, test maddesine uyarlanarak hazırlanmıştır (Haines vd., 2000, s.368). Aynı şekilde Haines vd.'nin (2000) oluşturduğu Test 1'e paralele şekilde hazırlanan Test 2'deki 1. madde ve bu çalışmada yer alan modelleme yeterlikleri testi 2. madde de Tramvay Durağı örneğini içermektedir (Haines vd., 2000, s.369).

Madde 2: Matematiksel modeli oluştururken gerekli olan en önemli özellik oluşturulmak istenen modeldeki amacı belirlemektir. Bu madde problemin doğasını anlama ve matematiğin temel kurallarını uygulayabilmeyi içermektedir (Haines vd., 2000, s.369). Haines vd.'nin (2000) oluşturduğu test 1'deki 2. maddede bisikletin ve test 2'deki 2. maddede çocuk arabasının tekerlekleriyle yüzey arasındaki ilişkiyi içeren ve sürüş

konforunu belirlemek için sorulabilecek en önemli soru istenmektedir (Haines vd., 2000, s.369).

Madde 3: Bu maddede ise hava alanı check in yapma bankolarında ve süpermarket kasalarındaki sıra önceliğinin karşılaştırması ile ilgili bir takım değişkenler verilmektedir (Haines vd., 2000, s.369).

Madde 4: Bu madde, öğrencilerin modele ilişkin parametreleri atama, değişkenleri ve sabit değerleri belirlemelerini ölçmeye yönelik Edwards vd. (1996, s.21)'nin tahliye örneğinden uyarlanarak hazırlanmıştır. Bu maddedeki yanlış seçeneklerin her birinde verilen değişkenlerden en az biri modele ait olmayan ve modelde yer almaması gereken bir değişken içermektedir (Haines vd., 2000, s.369).

Madde 5: Birinci testteki madde Edwards vd.'nin (1996, s.35) bir geminin güvertesindeki alan hesabı örneğinden ve ikinci madde ise Edwards vd.'nin (1996, s.31) bir süper marketteki sıra bekleme süresi örneğinden uyarlanarak hazırlanmıştır (Haines vd., 2000, s.369). Bu maddede öğrencilerin modeller üzerinde çalışarak sonuca ulaşabilme yeterliklerinin ölçülmesi amaçlanmaktadır (Haines vd., 2000, s.369).

Madde 6: Birinci testteki madde Edwards vd.'nin (1996, s.75) bir ayçiçeğinin büyüme grafiğinin matematiksel olarak ifade edilmesi ile ilgili olan örneğinden uyarlanarak hazırlanmıştır. İkinci testteki madde ise bir arabanın durgun halden hızlanmasının grafiğini matematiksel olarak ifade edilmesini içermektedir. Bu maddede gerçek yaşam durumunun matematiksel modelinin şıklarda yer alan diğer modeller arasında değerlendirme ve yorumlama yaparak seçilmesi yer almaktadır (Haines vd., 2000, s.369).

Haines vd. (2000)'nin hazırladıkları birinci ve ikinci testteki maddeye ek olarak ve bu iki test ile ölçülmeye çalışılan modelleme yeterliklerine benzer şekilde Houston ve Neill'de (2003) bu çalışmada yer alan 3, 6, 9, 12, 15, 18. maddeleri hazırlamışlardır. Bu çalışmada yer alan 3. madde Yaya Geçidi örneğini içermekte ve gerçek yaşam durumundan matematiksel modele geçişte yer alan en az öneme sahip varsayım sorulmaktadır. 6. maddede ise aracın geri geri park ederken göz önüne alınması gereken ve gerçek durumdan matematiksel modele geçişte önemli olan değişken ele alınmaktadır. 9. maddede banka veznesindeki bekleme süresinde geçebilecek sürelerin karşılaştırılması için gerekli değişkenler sorulmaktadır. 12. maddede ise bir yangın tatbikatında bir laboratuvarın boşaltılması için gereken değişkenler ele alınmaktadır. 15. maddede ise matematiksel model üzerinde çalışarak modelin sonuca ulaştırılması sorulmaktadır. 18. maddede ise yüksekten

bırakılan bir cismin zamana bağlı grafiği sorularak modeller arasında karşılaştırma yapılması, yorumlanması ve en uygun modelin seçilmesi amaçlanmaktadır. 19, 20, 21, ve 22. maddelerde ise matematiksel modelin gerçek dünya durumu ile karşılaştırılması ve doğrulanmasını içermektedir. Sonuç olarak Houston ve Neill'in (2003) hazırladığı altı maddenin Haines vd. (2000)'nin hazırladıkları maddelere benzer oldukları, Izard vd.'nin (2003) ve Lingefjard'ın (2004) çalışmalarında kullanılan ve sonradan eklenen maddelerin ise matematiksel modelin yorumlanması ve doğrulanması yeterliğine yönelik olduğu görülmektedir. Maddelerin, modelleme yeterliklerine göre dağılımı (Lingefjard, 2004) Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6

*Modelleme Yeterlikleri Testi Maddelerinin Dağılımı*

| Maddeler | Yeterlik |
|---|---|
| 1, 2, 3 | Varsayımda bulunma |
| 4, 5, 6 | Amacı Belirleme (Modeli Kurma) |
| 7, 8, 9 | Problemi Matematikleştirme (Formülleştirme) |
| 10, 11, 12 | Değişkenleri Belirleme |
| 13, 14, 15 | Matematiksel İfadeleri Formülleştirme |
| 16, 17, 18 | Modeli Seçme |
| 19, 20 | Grafiksel Gösterimleri Yorumlama |
| 21, 22 | Gerçek Durumla İlişki Kurma (Doğrulama) |

Houston (2007, s.255) ise çoktan seçmeli matematiksel modelleme yeterlikleri testinde ölçülmek istenen yeterlikleri Penrose'un (1978) matematiksel modelleme döngüsünün aşamalarıyla Tablo 7'deki gibi ilişkilendirmiştir.

Tablo 7

*Matematiksel Modelleme Döngüsünün Aşamaları*

| | |
|---|---|
| 1. Problemi Belirleme | 5. Matematiksel Sonucu Yorumlama |
| 2. Matematiksel Modeli Oluşturma | 6. Modeli Doğrulama |
| 3. Modeldeki Matematiksel Değişkenleri Belirleme | 7. Modeli Gözden Geçirme |
| 4. Matematiksel Problemi Çözme | 8. Modeli Raporlama |

Houston, K. (2007). Assessing the "phases" of mathematical modelling. In W. Blum, P. Galbraith, H. Henn & M. Niss (Eds.). *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study* (pp. 249-256). New York, NY: Springer. kaynağından uyarlanmıştır.

Tablo 8

*Modelleme Yeterlikleri Testi Maddelerinin Dağılımı*

| Maddeler | Yeterlik (Penrose, 1978) |
|---|---|
| Varsayımda bulunma | 1 ve 2 |
| Amacı Belirleme (Modeli Kurma) | 1 ve 2 |
| Problemi Matematikleştirme (Formülleştirme) | 2 ve 3 |
| Değişkenleri Belirleme | 2 ve 3 |
| Matematiksel İfadeleri Formülleştirme | 3 |
| Modeli Seçme | 2 |
| Grafiksel Gösterimleri Yorumlama | 5 |
| Gerçek Durumla İlişki Kurma (Doğrulama) | 5 |

Houston, K. (2007). Assessing the "phases" of mathematical modelling. In W. Blum, P. Galbraith, H. Henn & M. Niss (Eds.). *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study* (pp. 249-256). New York, NY: Springer. kaynağından uyarlanmıştır.

Houston'un (2007) modelleme yeterlikleri testi üzerine yaptığı dağılım da göz önüne alındığında,(bkz Tablo 8) çalışmayı yapan araştırmacı ve daha önce modelleme üzerine çalışmış olan iki matematik eğitimcisi tarafından matematiksel modelleme yeterlikleri testinde yer alan varsayımda bulunma ve amacı belirleme ile ilgili maddelerin problemi yapılandırma ile ilgili olduğu, problemi matematikleştirme ile ilgili maddelerin

matematiksel olarak ifade etme ile ilgili olduğu, değişkenleri belirleme ile ilgili maddelerin aynı isimle analize dahi edilmesi, matematiksel ifadeleri formülleştirme ile ilgili maddelerin matematiksel çalışma ile ilgili olduğu ve son olarak da modeli seçme, grafiksel gösterimleri yorumlama, gerçek durumla ilişki kurma ile ilgili maddelerin tüm modeli yorumlama ve doğrulama ile ilgili olduğu üzerine uzlaşıya varılmıştır. Araştırmacılar tarafından varılan bu uzlaşıdan sonra matematiksel modelleme yeterlikleri testindeki maddelerin dağılımı Tablo: 9'da verilmiştir.

Tablo 9

*Çalışmada Kullanılan Matematiksel Modelleme Testinin Maddelerinin Dağılımı*

| Maddeler | Yeterlik Dağılımı |
|---|---|
| 1, 2, 3 | Problemi Yapılandırma |
| 4, 5, 6 | |
| 7, 8, 9 | Matematikleştirme |
| 10, 11, 12 | Değişkenleri Belirleme |
| 13, 14, 15 | Matematiksel Çalışma |
| 16, 17, 18 | Yorumlama Doğrulama |
| 19, 20 | |
| 21, 22 | |

#### *3.4.1.1. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Testinin Geçerlik ve Güvenirliği*

Bu bölümde, modelleme yeterlikleri testinin geçerliği ve güvenirliği ile ilgili bulgulara yer verilmiştir. Bir testin geçerliği o testin ölçme amacına hizmet etme derecesini yani ölçülmek istenen yapıyı başka bir özellik ile karıştırmadan ne derece ölçtüğünü (Jackson, 2011, s.85) ve güvenirliği ise o testin farklı ölçümlerinden elde edilen sonuçların tutarlığı başka bir deyişle hatalardan arınıklık derecesini ifade etmektedir (Jackson, 2011, s.81). Bir ölçeğin geçerliği vardır veya yoktur şeklinde kesin sınırlar içerisinde bir şey söylenemez (Raykov ve Marcoulides, 2011, s.184). Geçerlik ya hep ya hiç kuralından ziyade sahip olma derecesi ve nitelik ile ilgilidir yani bir ölçeğin ne derece geçerli olup olmadığı o ölçeğin geçerliğine yönelik delillere dayanılarak söylenilebilir (Raykov ve Marcoulides, 2011, s.184). Bu bağlamda, ölçme araçlarının geçerliğini incelerken genellikle üç temel geçerlik türüne bakılır (Raykov ve Marcoulides, 2011, s.185):

a) İçerik Geçerliği

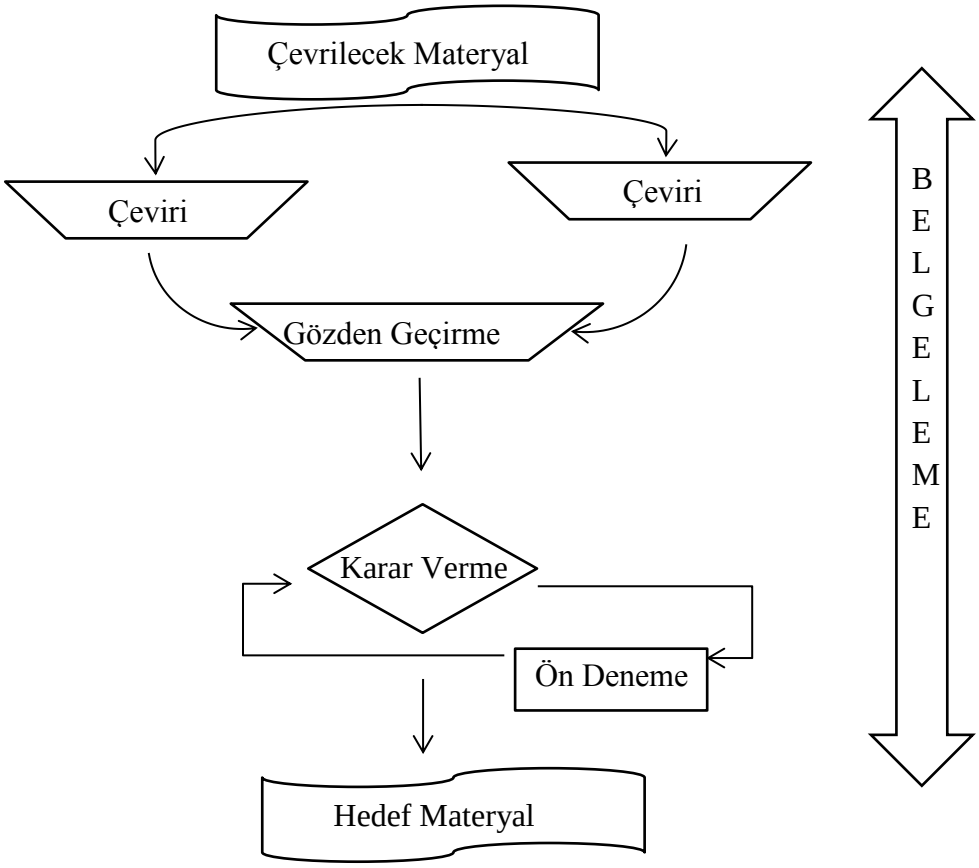
b) Ölçüt Geçerliği

c) Yapı Geçerliği

Bu çalışmada, matematiksel modelleme yeterlikleri testini başka bir değişkenle veya testle karşılaştırma amacı olmadığından testin ölçüt geçerliği incelenmemiştir. Eğer bir testin ölçüt geçerliğine incelenmezse o zaman testin yapı geçerliği incelenmelidir (Karakoç ve Dönmez, 2014). Bundan dolayı bu çalışmada, testin içerik geçerliği ve yapı geçerliği incelenmiştir.

*3.4.1.1.1. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Testi Dil Geçerliği*

Matematiksel modelleme yeterlikleri testinin kaynak dilden Türkçe'ye uyarlanmasında çok aşamalı tekrarlı bir çevirme tekniği olan TRAPD (Translation, Review, Adjudication, Pretesting ve Documentation) takım çeviri modeli (Harkness, Villar ve Edwards, 2010, s.127) kullanılmıştır. Ölçek, anket uyarlamalarında birden fazla uzmanın bir ölçek veya anket üzerinde ortak çalıştıkları takım çevirileri önerilmektedir (Harkness vd., 2010, s.127). Bu modelde çevrilecek olan taslak materyal çeviriciler tarafından bağımsız olarak çevrilir (Translation). Daha sonra, çevrilen materyaller üçüncü bir uzmanın dâhilinde kontrol edilir (Review) ve çevirilerdeki farklılıklar üzerinde tartışılarak kullanılacak olan taslak materyale son hali verilir (Adjudication). Bu tartışmanın mümkünse yüz yüze yapılması çevirinin uygunluğunu artıracaktır. Ön teste hazır hale getirilen materyalin işlevselliği pilot çalışma ile denedir (Pre test). Bütün bu aşamalardan sonra çevrilen materyalle ilgili herhangi bir sorunla karşılaşılmazsa ölçeğe veya teste son hali verilir (Documentation). TRAPD modelinin temsili şeması aşağıda Şekil 18'de verilmiştir.




*Şekil 18.* Trapd çeviri modeli. Harkness, J. A., Villar, A., & Edwards, B. (2010). Translation, adaptation, and design. In Harkness, J. A., Edwards B., Braun M., Johnson T. P., Lyberg L., Mohler P. P., Pennell, B., & Smith, T. W. (Eds.), *Survey methods in multinational, multiregional, and multicultural contexts*, (pp.115-140). New Jersey: John Wiley & Sons. kaynağından uyarlanmıştır.

Bu çalışmada ilk önce matematiksel modelleme testinin gerekli izinleri alındıktan sonra daha önce matematiksel modelleme üzerine çalışma yapmış olan iki uzman tarafından bağımsız olarak çevrilmiştir. Daha sonra, matematiksel modelleme üzerine çalışmalar yapmış olan üçüncü bir uzman dâhilinde çeviriler gözden geçirilmiştir. Çeviriler üzerindeki farklılıklar üzerinde tartışılarak çevrilen materyal ön denemeye hazır hale getirilmiştir. Çalışmanın yapılacağı aynı bölüm ve sınıf düzeyinde bulunan üç öğretmen adayı ile pilot çalışma yapılmış ve soruların anlaşılırlığı tartışılmıştır. Gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra kullanılacak olan teste son hale verilmiştir. Aşağıda çeviriciler arasındaki farklılıklara ve üçüncü bir uzmanın önerileri ile çevirinin nasıl düzenlendiğine ve ön denemeden sonra teste son halinin nasıl verildiğine dair birer örnek verilmiştir:

Çevirmen 1:

1) Aşağıdaki gerçek yaşam problemini göz önüne alınız ( Çözmeye çalışmayınız!).

*Bir otobüs güzergâhına yolcuların bekleyebileceği üstü kapalı bir durak konulmak isteniyor. Belediye otobüs durağını nereye koymalı ki olabilecek en fazla sayıda yolcu otobüsü kullanabilsin? Fakat belediye talep fazla olursa ek sefer konulmayacağını belirtmektedir.*

Yukarıdaki durumda basit bir matematiksel model oluştururken aşağıdaki varsayımlardan hangisi sizce en az önemlidir?

A) Sadece bir üstü kapalı durağın konulması
B) Yolun düz olması
C) Havanın yağışlı veya güneşli olması ihtimali
D) Otobüsün yarım saatte bir gelmesi
E) Yolcuların otobüse vaktinde binebilmek için fazla mesafe yürümeyecek olması

Çevirmen 2:

1) Aşağıdaki gerçek yaşam problemini göz önüne alınız ( Çözmeye çalışmayınız!).

*Yeni bir otobüs güzergâhına bir durak yapılmak isteniyor. Bu durak üstü kapalı olacaktır. Otobüs durağını nereye yapılmalı ki olabilecek en fazla sayıda yolcu otobüsü kullanabilsin? Fakat talep fazla olursa ek sefer konulmayacaktır.*

Yukarıdaki durumda basit bir matematiksel model oluştururken aşağıdaki varsayımlardan hangisi sizce en az önemlidir?

A) Sadece bir üstü kapalı durağın konulması
B) Yolun düz olması
C) Havanın yağışlı veya güneşli olması ihtimali
D) Otobüsün yarım saatte bir gelmesi
E) Yolcuların otobüse binebilmek için yürüyecekleri mesafenin fazlalığı

Kontrol Sonrası Karar Verilen:

1) Aşağıdaki gerçek yaşam problemini göz önüne alınız ( Çözmeye çalışmayınız!).

*Yeni bir otobüs güzergâhına yolcuların bekleyebileceği üstü kapalı bir durak konulmak isteniyor. En fazla sayıda yolcunun otobüsü kullanabilmesi için Belediye, otobüs durağını nereye koymalıdır?( Not: Talep fazlalığında ek sefer konulmayacaktır.)*

Yukarıdaki durum için basit bir matematiksel model oluştururken aşağıdaki varsayımlardan hangisi sizce en az önemlidir?

A) Sadece bir üstü kapalı durağın konulması
B) Yolun düz olması
C) Havanın yağışlı veya güneşli olması ihtimali
D) Otobüsün yarım saatte bir gelmesi
E) Yolcuların otobüse vaktinde binebilmek için fazla mesafe yürümeyecek olması

Ön Deneme Sonrası Tekrar Düzenlenen Maddelere Bir Örnek:

*13) Güverte taşıma alanı A olan bir feribot, araba ve otobüs taşımaktadır. Arabaların güvertede kapladığı alan C ve otobüslerin güvertede kapladığı alan L' dir. Her bir araba taşıma ücreti için p TL otobüsler ise q TL vermektedir. İşletme yöneticisi bir seferde elde edebileceği maksimum geliri hesaplamak için kaç tane araba ve otobüs taşıyabileceklerini bilmek istemektedir.*

Aşağıdaki seçeneklerden hangisi güverte alanı sınırına bağlı olarak elde edilecek olan geliri vermektedir?

| | | |
|---|---|---|
| A) | xp+xq | yC+xL≤A |
| B) | xp+xq | xC+yL≤A |
| C) | (x+y)(p+q) | xC+yL≤A |
| D) | xp+yq | xC+yL=A |
| E) | (x+y)(p+q) | (x+y)(C+L)≤A |

*13) Güverte taşıma alanı A olan bir feribot, araba ve otobüs taşımaktadır. Arabaların güvertede kapladığı alan C ve otobüslerin güvertede kapladığı alan L' dir. Her bir araba, taşıma ücreti için p TL, otobüsler ise q TL vermektedir. İşletme yöneticisi bir seferde elde edebileceği maksimum geliri hesaplamak için kaç tane araba (x) ve otobüs (y) taşıyabileceklerini bilmek istemektedir.*

Güverte alanının sınırlı A ile sınırlı olduğu bilindiğine göre aşağıdaki seçeneklerden hangisi güverte alanına bağlı olarak elde edilecek olan geliri vermektedir?

| | **Kazanılan Para:** | **Şart:** |
|---|---|---|
| A) | $xp + yq$ | $yC + xL \leq A$ |
| B) | $xp + yq$ | $xC + yL \leq A$ |
| C) | $(x + y)(p + q)$ | $xC + yL \leq A$ |
| D) | $xp + yq$ | $xC + yL = A$ |
| E) | $(x + y)(p + q)$ | $(x + y)(C + L) \leq A$ |

*3.4.1.1.2. Matematiksel Modelleme Testi İçerik ve Yapı Geçerliği*

Bir testin içerik geçerliği, o testin içeriğinin incelenmek istenen yapıyı ne derecede temsil ettiğidir başka bir deyişle testin amaçlanan ölçüme hizmet etme derecesidir (Karakoç ve Dönmez, 2014). Ayrıca, içerik geçerliğinin testin içeriğinin ölçülmek istenen yapıya ne kadar uygun olup olmadığını sorgulamak için uzmanların görüşüne başvurulan nitel kapsamlı bir geçerlik türü olduğu da söylenebilir (Raykov ve Marcoulides 2011, s.186). Bu çalışmada, kullanılan matematiksel modelleme yeterlikleri testinin ilk altı sorusu matematiksel modelleme, modelleme aşamaları ve matematiksel modellemenin nasıl öğretileceği üzerine Edwards ve Hamson'nun (1996) yazmış olduğu kitap temel alınarak ilk olarak Haines vd. (2000) tarafından hazırlanmıştır. Daha sonra bu test Haines vd. (2001), Haines vd. (2003), Haines ve Crouch (2001), Houston ve Neill (2003), Izard vd. (2003), Lingefjard (2004) tarafından uluslararası çalışmalarda (kitap bölümü, makale, bildiri…) geliştirilerek kullanılmıştır. Dolayısıyla matematiksel modelleme yeterlikleri testini geliştiren yazarların her birinin matematiksel modelleme üzerine literatürde kabul görmüş yayınlar yapmış oldukları ve matematiksel modelleme üzerine uzman sayılan araştırmacılar

oldukları görülmektedir. Bu bağlamda bu çalışmada kullanılan matematiksel modelleme yeterlileri testinin geliştirme aşamalarını ve geliştiren kişilerin akademik çalışmalarını, uzmanlık alanlarını dikkate alacak olursak matematiksel modelleme yeterlikleri testinin içerik geçerliğinin üst seviyede olduğunu söyleyebiliriz. Ayrıca Tablo 9'daki soru dağılımını da dikkate alınacak olunursa, her bir modelleme yeterliğine yeterli sayıda soru üretilmiş olduğu anlaşılabilir. Böylece, matematiksel modelleme yeterlikleri testinin kapsam geçerliğinin sağlandığı söylenebilir.

Matematiksel modelleme yeterlikleri testinin cevapları kısmi olarak kodlandığı için testin tek boyutluluğu ve model veri uyumu madde tepki kuramı analizlerinden olan Kısmi Puan analizi ile uyum içi (infit) ve uyum dışı (outfit) değerleri kontrol edilerek yapılmıştır. Matematiksel modelleme yeterlikleri testinin verileri, ilköğretim matematik öğretmenliği 2., 3. ve 4. sınıfta öğrenim gören 207 öğretmen adayından toplanmıştır. Veriler, Linacre'nin (2013) geliştirmiş olduğu yazılım ile analiz edilmiştir. MYT verilerine ait Kısmi Puan analizi sonuçları Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10

*MYT Kısmi Puan Analizi Sonuçları*

| Maddeler | Ham Puan | N | Logit Ölçüsü | Standart Hata | Uyum İçi | Uyum Dışı |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 169 | 207 | .35 | .10 | 1.05 | 1.04 |
| 2 | 191 | 207 | .07 | .09 | 1.11 | 1.06 |
| 3 | 148 | 207 | .45 | .09 | 1.05 | 1.24 |
| 4 | 120 | 207 | .89 | .11 | 1.01 | .99 |
| 5 | 159 | 207 | .41 | .10 | .99 | .96 |
| 6 | 226 | 207 | -.20 | .09 | 1.11 | 1.09 |
| 7 | 243 | 207 | -.47 | .11 | .97 | .97 |
| 8 | 131 | 207 | .52 | .09 | 1.05 | .97 |
| 9 | 202 | 207 | -.01 | .09 | 1.03 | .97 |
| 10 | 251 | 207 | -.42 | .09 | 1.01 | .99 |
| 11 | 261 | 207 | -.51 | .09 | 0.97 | .93 |
| 12 | 298 | 207 | -.92 | .11 | 1.00 | .97 |
| 13 | 291 | 207 | -.74 | .10 | .98 | 1.18 |
| 14 | 258 | 207 | -.51 | .10 | 1.01 | 1.36 |
| 15 | 294 | 207 | -.75 | .10 | .99 | 1.15 |
| 16 | 155 | 207 | .41 | .10 | 1.01 | .94 |
| 17 | 98 | 207 | .96 | .11 | .93 | 1.03 |
| 18 | 159 | 207 | .84 | .14 | .97 | .96 |
| 19 | 140 | 207 | .70 | .16 | .93 | 1.05 |
| 20 | 284 | 207 | -.93 | .16 | .96 | .90 |
| 21 | 150 | 207 | .58 | .15 | .88 | .88 |
| 22 | 130 | 207 | .82 | .16 | .93 | .96 |
| Ortalama | 198.1 | 207 | .07 | .11 | 1.00 | 1.03 |
| Standart Sapma (Örneklem) | 63.1 | 0.0 | .62 | 0.2 | 0.6 | 0.11 |
| Model, Örneklem: RMSE: 0.11 Standart Sapma: 0.63 Ayırma İndeksi: 5.57 Güvenirlik: 0.97 | | | | | | |

Tablo 10'da matematiksel modelleme yeterlikleri testinin Kısmi Puan analizi sonuçları yer almaktadır. En yüksek logit ölçümü 0,96 iken en düşük logit ölçümü -0,93 olarak bulunmuştur. Uyum içi ve uyum dışı istatistikleri Tablo 10'un son iki sütununda

belirtilmiştir. Uyum içi ve uyum dışı istatistiklerinin 1'e eşit olması beklenmektedir ve 0 ile + ∞ arasında değerler alabilmektedir (Linacre, 2002). Bununla birlikte, uyum içi ve uyum dışı istatistiklerin 0.5 ile 1.5 arasında olması ölçüm değerlerinin uygun olduğunu göstermekte ve 1'e ne kadar yakın olursa model veri uyumunun o kadar yüksek olduğu belirtilmektedir (Wright ve Linacre, 1994). Ayrıca, uyum içi ve uyum dışı değerlerinin kabul edilen değerler (0.5-1.5) arasında olması ölçeğin psikometrik tek boyutluluğunun sağlandığını yani tek bir yapıyı ölçtüğünü de göstermektedir (Eckes, 2015,s.124). Tablo 10'da görüldüğü gibi, uyum içi ve uyum dışı istatistiklerinin uygun kabul edilen değerler 0.5 ve 1.5 arasında değiştiği ve bu değerlerin beklenen değer olan 1'e yakın olduğu görülmektedir. Bu bulgu, model ve veri uyumunun yüksek olduğunu ve matematiksel modelleme yeterlikleri testinin psikometrik tek boyutluluğunun sağlandığını yani testin tek bir yapıyı ölçtüğünü göstermektedir. Ayrıca güvenirlik istatistiği 0.97 bulunmuştur. Buradaki güvenirlik istatistiği aynı sonuçların tekrarlanabilirliğini de göstermektedir (Linacre, 2012). Burada, ayırma indeksi de 5.57 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, matematiksel modelleme yeterlikleri testi ile bireylerin yüksek güvenirlikte ayırt edilebildiğini göstermektedir.

#### *3.4.1.1.3. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Testinin Madde Ayırt Edicilik ve Güçlük Değerleri*

Maddenin ayırt edicilik gücü, maddenin geçerliği yani o maddenin başarı testinde ölçülmek istenen değişkeni bilenle bilmeyeni ayırt etmesi demektir (Erkuş, 2003, s.128). Bir testte maddelerin ayırt ediciliklerini hesaplamada üç yöntem kullanılmaktadır. Bunlar 1) Madde toplam test korelasyon katsayıları, 2) her bir maddenin alt-üst %27'lik grupların bağımsız örneklemler t testi ile karşılaştırılması, 3) regresyon analizidir (Erkuş, 2003, s.129). Madde toplam test korelasyonunda, bir maddeye bireylerin verdikleri cevaplar ile bireylerin tüm teste verdikleri cevaplar arasında pozitif bir ilişki olması beklenir (Şencan, 2005, s.257). Başka bir ifadeyle, maddeye doğru cevap veren bireylerin testten de yüksek puan alması, maddeye yanlış cevap veren bireylerin ise testten düşük puan almaları gerekmektedir (Erkuş, 2003, s.129). Maddeler için bulunan ayırt edicilik indekslerinin ölçüt değerleri Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11

*Maddelerin Ayırt Edicilik Kriterleri*

| Ayırt Edicilik Kriteri | Verilen Karar |
|---|---|
| .40 ≤ Ayırt Edicilik | Madde çok iyi ayırt edici |
| .30 ≤ Ayırt Edicilik ≤ .39 | İyi madde, gözden geçirmeye gerek yok |
| .20 ≤ Ayırt Edicilik ≤ .29 | Madde uç değerde, gözden geçirilmeli |
| Ayırt Edicilik ≤ .19 | Madde atılmalı veya tamamen değişmeli |

Ebel, R.L., & Frisbie, D.A (1991). *Essentials of educational measurement* (5th ed.). Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall. kaynağından uyarlanmıştır.

Üst ve alt %27'lik grupların bağımsız örneklemler t testi ile karşılaştırılmasında ise bireylerin aldıkları puanlar büyükten küçüğe doğru sıralandıktan sonra en üstte ve en altta yer alan bireylerin ortalamaları arasında bağımsız örneklemler t testi yapılır. Bu sonuçlar üst grup lehine çıkarsa maddenin ayırt ediciliğinin yüksek olduğu söylenebilir (Erkuş, 2003, s.136). Bu çalışmada, maddelerin ayırt edicilikleri hem madde toplam test korelasyonuyla hem de üst ve alt grup bağımsız örneklemler t testi ile kontrol edilmiştir. Madde toplam test korelasyonu ve üst ve alt grup bağımsız örneklemler t testi sonuçları Tablo 12'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre, matematiksel modelleme yeterlikleri testinde yer alan tüm maddelerin madde toplam korelasyonları .310 ve .428 arasında değerler almaktadır. Bu değerler doğrultusunda, testteki maddelerin ayırt edicilik değerlerinin kabul edilebilir kritik değer olan .30'un üstünde olduğu görülmektedir. Ayrıca alt ve üst %27'lik grupların bağımsız örneklemler t testi sonuçları da, istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır (bkz, Tablo 12). Bu değerler matematiksel modelleme yeterlikleri testinde yer alan maddelerin ayırt edicilik düzeylerinin istatistiksel açıdan uygun olduğunu göstermektedir.

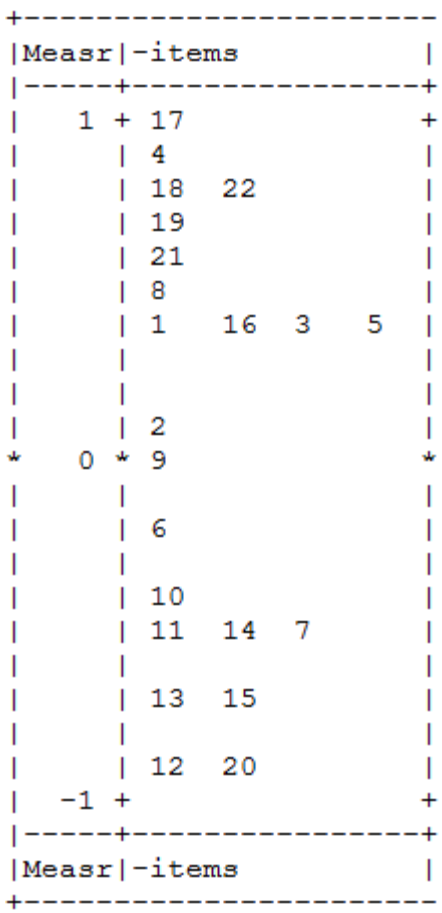
Tablo 12

*Madde Ayırt Edicilik Analizi Sonuçları*

| Madde | Madde Toplam Test Korelasyonu | t testi | p* |
|---|---|---|---|
| 1 | .312 | 4.44 | .000 |
| 2 | .312 | 6.13 | .000 |
| 3 | .310 | 6.83 | .000 |
| 4 | .332 | 5.00 | .000 |
| 5 | .388 | 7.32 | .000 |
| 6 | .314 | 4.84 | .000 |
| 7 | .362 | 5.07 | .000 |
| 8 | .359 | 6.65 | .000 |
| 9 | .362 | 7.32 | .000 |
| 10 | .381 | 7.08 | .000 |
| 11 | .405 | 7.41 | .000 |
| 12 | .348 | 5.57 | .000 |
| 13 | .355 | 5.84 | .000 |
| 14 | .346 | 7.52 | .000 |
| 15 | .405 | 7.57 | .000 |
| 16 | .379 | 6.86 | .000 |
| 17 | .416 | 7.93 | .000 |
| 18 | .340 | 6.95 | .000 |
| 19 | .373 | 8.58 | .000 |
| 20 | .343 | 8.97 | .000 |
| 21 | .428 | 8.14 | .000 |
| 22 | .339 | 5.56 | .000 |

*p<.05

Matematiksel modelleme yeterlikleri testi madde güçlükleri, testin cevaplarının puanlamasının kısmi olarak yapılmasından dolayı, Madde Tepki Kuramına göre Kısmi Puan analizi ile yapılmıştır. Madde Tepki Kuramında maddeye ait güçlük düzeyleri -3 ve +3 arasında değişmekte ve -3'e yaklaştıkça kolaylaşmakta +3'e yaklaştıkça zorlaşmaktadır (Erkuş, 2003, s.145). Maddelere ait zorluk düzeyleri veri kalibrasyon haritası Şekil 19'da verilmiştir. Ayrıca maddelere ait logit ölçümleri Tablo 10'da verilmiştir.




*Şekil 19.* Matematiksel modelleme testi madde kalibrasyon haritası

Şekil 19'da görüleceği üzere, madde ölçümlerine ait ikinci sütundaki değerler negatif yönelimli olduğu için en kolay madde 20. madde (logit ölçüsü= -.93), en zor madde ise 17. maddedir (logit ölçüsü = .96). Ayrıca matematiksel modelleme yeterliklerinin logit ölçümleri -1 ve +1 arasında değiştiği ve uç değerlerde yer alan maddelerin olmadığı görülmektedir. Bu sonuç, matematiksel modelleme yeterliklerinde yer alan maddelerin güçlüklerinin ortalama düzeyde olduğunu göstermektedir. Bundan dolayı, matematiksel modelleme yeterlikleri testi maddelerinin güçlük düzeylerinin uygun olduğuna karar verilmiştir.

#### *3.4.1.1.4. Matematiksel Modelleme Testi Güvenirliği*

Maddelerinin cevapları 0-1 şeklinde olmayan çok kategorili olarak kodlanan testlerde güvenirlik analizi, Cronbach Alpha katsayısı yöntemiyle yapılır (bkz., Alpar, 2009, s.483; Creswell, 2011, s.162; Freankel vd., 2012, s.158; Gliner vd. 2017, s.190; Karakoç ve Dönmez, 2014). Yapılan güvenirlik analizlerinde Cronbach Alpha katsayısının en az .70 ve .80 arasında olması beklenmektedir (Field, 2009, s.675). Matematiksel Modelleme

Yeterlikleri testinin cevapları üç kategorili olarak kodlandığından dolayı bu testin güvenirliği Cronbach Alpha Katsayısı Yöntemi ile kontrol edilmiştir. Yapılan analiz sonucu, Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Testi'nin Cronbach Alpha katsayısı .80 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değer, Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Testi'nin güvenirliğinin ve iç tutarlılığın yüksek olduğunu göstermektedir.

### 3.4.2. Matematiksel Modelleme Rubriği

Matematiksel modelleme yeterliklerinin farklı inanç kategorilerine göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek amacıyla, öğretmen adaylarına ön test ve son test olarak MYT uygulanmıştır. Fakat modelleme etkinlikleri üzerinde çalışırken öğretmen adaylarının inanç kategorilerine göre oluşturulan gruplarda ortaya çıkan matematiksel modelleme yeterliklerini daha derin olarak incelemek için Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Rubriği oluşturulmuştur. Rubrikler kısaca bir performansı değerlendirmek amacıyla kullanılırlar (Kan, 2007). Rubriklerin genellikle kullanım amacına bağlı olarak sürece veya sonuca odaklanan ve genel veya özel bir ürüne yönelik olmak üzere iki farklı oluşturulma şekli vardır (Brookhart, 2013, s.6). Analitik rubrikler, süreç odaklı olarak incelenen performansla ilgili her bir özelliği ayrı ayrı değerlendirmek için kullanılırken, holistik rubrikler ise bir ürünü veya o ürüne götüren süreci bir bütün olarak değerlendirmek için kullanılır (Kan, 2007). Genel rubrikler ise performans tanımları genel olarak yapılmış farklı ürünleri veya görevleri değerlendirmeye yönelik olarak kullanılırken, ürüne yönelik özel rubrikler ise sadece bir ürünü, görevi, performansı değerlendirmeye yönelik kullanılmaktadır (Brookhart, 2013, s.9). Rubriklerin amacına göre oluşturulma şekilleri ve açıklamaları Tablo 13'te özetlenmiştir.

Tablo 13

*Rubrik Çeşitleri*

| Rubrik Çeşiti | Tanımı |
|---|---|
| *Holistik veya Analitik (Ürün veya Süreç)* | |
| Analitik | Her bir aşama, özellik ve kriteri ayrı ayrı değerlendiren rubrikler |
| Holistik | Ürün veya ürüne götüren süreleri (kriterler, özellikler) bir bütün olarak eş zamanlı değerlendirilen rubrikler |
| *Performans Tanımına Göre (Genel veya Özel)* | |
| Genel | Performans tanımları, değerlendirilmek istenen özellikle ilgili bütün ürünlerde kullanılabilecek şekilde belirtilen rubrikler |
| Ürüne Özel (Spesifik) | Performans tanımları, sadece belli bir özel ürüne yönelik olarak belirlenen rubrikler |

Brookhart, S. M. (2013). *How to create and use rubrics for formative assessment and grading*. Virginia: Ascd. kaynağından uyarlanmıştır.

Rubrik oluşturulurken izlenmesi gereken basamaklar ise şunlardır:

- Değerlendirilecek olan performans kriterlerinin belirlenmesi
- Bu performans kriterlerinin bileşenlerinin belirlenmesi
- Bu bileşenlere uygun performans seviyelerin tanımlanması (Brookhart, 2013, s.23).

Burada bahsedilen performans kriterlerinin değerlendirilecek olan görevin niteliksel özelliklerinden ziyade o görev sonucunda değerlendirilmek istenen öğrenme çıktısına odaklanmalıdır (Brookhart, 2013, s.24). Ayrıca, her bir performans kriteri de gözlemlenebilir, öğrenciler ve öğretmenler tarafından açık şekilde anlaşılabilir ve alt bileşenleri birbirinden farklı olmalıdır. Alt bileşenlerin performans seviyelerinin tanımları ise iki farklı şekilde yapılabilir. İlk önce, tüm öğrencilerin ulaşmaları istenen seviye belirlendikten diğer seviyeler buna göre tanımlanır veya değerlendirilmek istenen bileşenin en üst seviyesinin tanımı yapılır diğer seviyelerin tanımları da bu en üst seviyeye göre yapılır (Brookhart, 2013, s.27). Burada, performans seviyeleri değerlendirilmek istenen konuya göre değişebilir ama çok fazla olursa tanımlarının yapılmasında ve gözlemlenmesinde sorunlar oluşabilir (Brookhart, 2013, s.26). Değerlendirilmek istenen kriterler belirlenirken için dikkat edilmesi gereken özelliklere performans seviyeleri belirlenirken de dikkat gösterilmesi gereklidir. Bunlara ek olarak, performans seviyelerinin tanıları yapılırken kişiden kişiye göre değişebilen, göreceli ifadeler kullanılmamalıdır.

Bu çalışmada, öğretmen adaylarının inanç kategorilerine göre matematiksel modelleme yeterliklerinin olası değişimlerinin incelenmesi amaçlandığı için, matematiksel modelleme yeterliklerinin bir bütünden ziyade ayrı ayrı incelenmesi gerekmektedir. Her bir matematiksel modelleme yeterliğinin ayrı ayrı incelenmesi gerektiği için bu çalışmada analitik rubrik oluşturma yöntemi tercih edilmiştir. Ayrıca oluşturulan rubrik ile sadece bir etkinliğe yönelik değil modelleme yeterlikleriyle ilgili tüm etkinliklerin çözümlerinin değerlendirilebilmesi için genel rubrik tipi tercih edilmiştir. Rubrik ile öğretmen adaylarının holistik etkinliklere ürettikleri çözümlerden modelleme yeterliklerini değerlendirebilmek için kriter ve alt bileşenleri olarak daha önce modelleme yeterlikleri testi için oluşturulan Tablo 9'da yer alan modelleme yeterlikleri seçilmiştir. Böylece modelleme yeterlikleri testi ile öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası modelleme yeterliği seviyeleri değerlendirilirken oluşturulan rubrik ile de süreç içerisinde ortaya çıkan modelleme yeterlikleri incelenmiştir. Rubrikteki yeterlikler sırasıyla Tablo 9'da belirtilen a) problemi yapılandırma, b) değişkenleri belirleme, c) matematiksel olarak ifade etme, d) matematiksel çalışma, e) yorumlama ve doğrulama olarak belirlenmiştir. Her bir modelleme yeterliğinin performans seviyeleri belirlenirken ilk önce en üst seviyedeki performans belirlenmiş ve diğer performans seviyeleri de belirlenmiş olan en üst seviyeye göre tanımlanmıştır. Buna göre, rubrikte yer alan her bir modelleme yeterliğinin dört seviyeden oluşturulmasına karar verilmiştir. Belirlenen performans seviyelerinin Brookhart'ın da (2013, s.24) belirttiği gibi açık, anlaşılır, gözlemlenebilir, birbirinden farklı, göreceli ifadeler içermeyecek şekilde olmasına dikkat edilmiştir. Oluşturulan rubriğe modelleme üzerinde çalışmış olan alan uzmanlarına danışılarak son hali verilmiştir. Oluşturulan rubrik Ek-2'de verilmiştir.

### 3.4.3. Q Metodolojisi

Q metodolojisi ilk olarak 1935 yılında Stephenson tarafından yayımlanan "Testler yerine bireyleri ilişkilendirme" isimli bir çalışmada ileri sürülmüştür (Brown, 1993). Bununla birlikte Stephenson, faktör analizi yönteminin bireylerin öznel bakış açılarını incelemek ve ortaya çıkarmak için kullanılabileceğini belirtmiştir (Brown, 1980, Stenner, Watts ve Worrell, 2008). Faktör analizinde, bireylerin verdikleri cevaplar üzerinden değişkenler arasındaki ilişkileri inceleyerek gizil yapıları ortaya çıkarmak amaçlanırken (Büyüköztürk, 2002), Q metodunda ise verilen cevaplar üzerinden bireylerin öznel bakış açılarını ortaya çıkarmak amaçlanmıştır (bkz. Brown 1980; McKeown, 1990; Rozaila, 2008; Stenner, vd.

2008; Stenner, Dancey, Watts, 2000). R metodu olarak da bilinen faktör analizi, seçilen örneklemdeki n sayıdaki bireyin m sayıdaki teste verdikleri cevaplar üzerinden değerlendirilmesi iken, Q metodunda ise adeta bu süreç tersine işletilerek n sayıdaki testin (resim, sözel ifade vb…) m sayıdaki birey tarafından derecelendirilmesi, sıralanması vardır (Brown, 1980; Stephenson, 1935; Watts ve Stenner, 2005). Başka bir ifadeyle, R metodunda fazla sayıdaki bireyin az sayıdaki ifadeye verdikleri cevaplar arasındaki ilişkiye bakılarak gizil değişkenleri ortaya çıkarmak amaçlanırken, Q metodunda ise amaç az sayıdaki bireyin görece daha fazla sayıdaki ifadelere verdikleri cevaplara göre bireylerin değerlendirilmesi yapılarak bir tipoloji oluşturulmaktadır (Rozaila, 2008; Watts ve Stenner, 2005). Q metodunda bireyler birer değişken, maddeler ise bir çalışma grubu haline gelmiştir (Watts ve Stenner, 2005). Bireyler verdikleri cevaplara göre gruplara ayrılabildikleri için Q metodu bazı araştırmacılar tarafından kümeleme analizine de benzetilmektedir (Rozaila, 2008). Fakat kümeleme analizi, Q metodundan oldukça farklıdır çünkü, Q metodolojisi bireylerin öznel bakış açılarıyla ilgilenirken kümeleme analizinde böyle bir amaç yoktur (Brown, 2003). Q metodolojisi, herhangi bir durum için bireylerin sahip olduğu algı, tutum, inanç ve bakış açısı vb. öznel düşünceleri açığa çıkarmak için kullanılan ve gruptaki bireylerin ortak bir düşünce ve görüş altında toplanıp toplanmadığını belirleyen, hem nitel hem de nicel yöntemlerin özelliklerini birlikte kullanan sistematik bir yöntemdir (Brown 1980, 1993; Stenner vd. , 2008; Stephenson, 1988). Ayrıca Q metodu, araştırmacılara insanların kendi bakış açılarını, inançlarını vb. incelerken neden ve nasıl sorularına da cevap bulmalarına yardımcı olur (Bempah, 2014).

Q metodu, nitel ve nicel yöntemlerin güçlü taraflarını birleştirerek bireylerin kişisel eğilimlerinin, öznel bakış açılarının vb. belirlenmesine olanak tanır (Stenner vd., 2008; Ward, 2009). Buna paralel olarak; Stenner ve Rogers (2004), Q metodolojisinin hem nitel hem de nicel yöntemler kullandığından karma özellikler gösterdiğini de belirtmişlerdir. Bununla birlikte, Q metodolojisi bir olguya karşı bireylerin bakış açılarını, o olguya bireylerin yükledikleri anlamları inceleme ve ortak temalar ve kategoriler tespit etmeye çalıştığı için fenomonolojik araştırmalara da benzetilmektedir (bkz., Shinebourne ve Adams, 2007). Fakat Q metodunda sınıflandırma süreci katılımcıların kontrolündedir ve ortak temalar, fenomonolojik araştırma sürecinde olduğu gibi araştırmacının temaları belirlemesinden ziyade katılımcıların sürece aktif olarak katılıp verilen ifadeleri sıralamasından sonra ortaya çıkmaktadır (Shinebourne ve Adams, 2007). Shinebourne ve Adams'a (2007) göre, bu durum Q metodunda araştırmacının yorumlarından

kaynaklanabilecek yanlılık riskinin daha az olduğunu göstermektedir. Brown (1988) ise Q metodolojisinin temel olarak bireylerin bir konuyla ilgili zihinlerindeki anlamı ortayaçıkarmaya çalışmasından dolayı, Q metodunun nitel yönlerinin daha baskın olduğunu ve sadece bireylerin bakış açılarını incelediğini savunmaktadır. Bu durum ise Q metodolojisini önemli bir nitel yöntem yapmaktadır (Bempah, 20014; Watts ve Stenner 2005). Ayrıca Q metodu, bireylerin öznelliklerini ve ortak bakış açılarını ortaya çıkarmaya yarayacak ideal bir yöntem olarak araştırmacılara nitel yöntemin çok özel bir şeklini yapma olanağı da sunmaktadır (Watts ve Stenner, 2005).

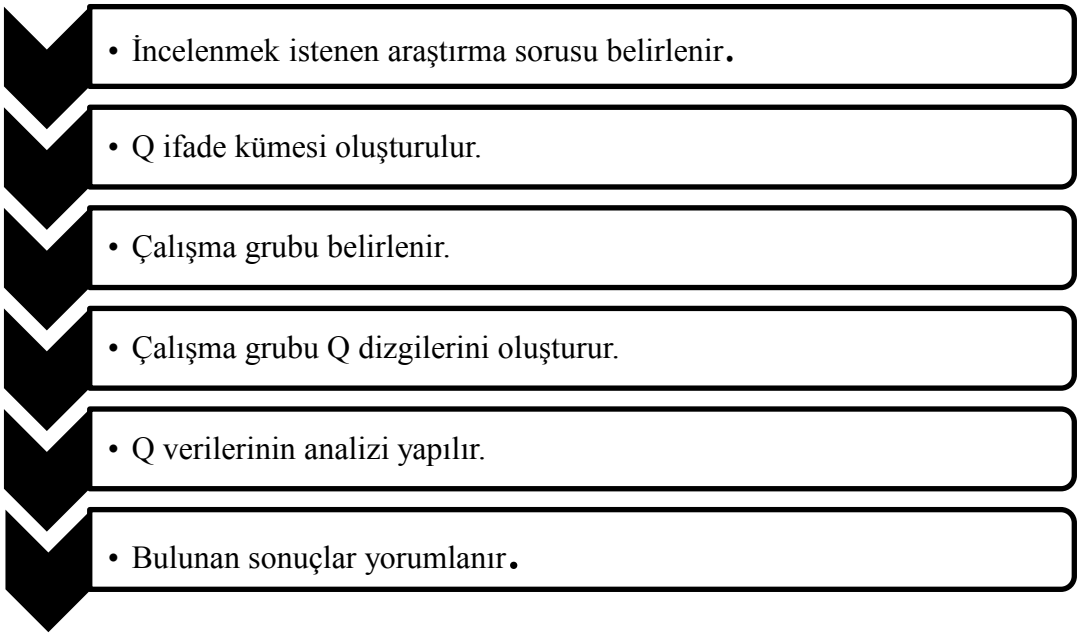
Araştırmacılar, bireylerin öznel bakış açılarıyla ilgili çalışmalar yaparken genellikle anketleri ve ölçekleri kullanmaktadırlar. Bu anketler ve ölçekler iyi şekilde tasarlanmış olsalar bile, araştırmacının ön kabullerini yansıtma eğilimindedirler (Barbosa, Willoughby, Rosenberg, ve Mrtek 1998; Robins ve Krueger, 2000). Bu durumda, katılımcıların konuyla ilgili öznel görüşlerini incelemede bir takım sınırlılıklar getirmektedir (Barbosa vd., 1998). Ayrıca sonuçlar, araştırmacı tarafından seçilen gruplar veya demografik özellikler bağlamında frekans ve yüzdeler ile verilmektedir ve bu şekildeki analizler, bireylerin incelenmek istenen bakış açılarını, tutumlarını vb yansıtmayabilir veya yanlış çıkarımlara neden olabilir (Demir ve Kul, 2011, s.32). Çünkü, bireylerin bir olguya karşı geliştirdikleri öznel bakış açıları, inançları, tutumları vb. ile araştırmacının belirlediği demografik özellikleri arasında bir ilişki bulunmayabilir. Q metodu ise katılımcıların kültürel, sosyal ve demografik özelliklerinden süzülerek bireylerin öznel bakış açılarını ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır (Demir ve Kul, 2011, s.32; Robins ve Krueger, 2000). Ayrıca, bireylerin bir konuya yönelik öznel bakış açılarını ve bu bakış açıları arasındaki ilişkileri belirlemeye yönelik olarak Q metodu, uygulama sürecinde R metoduna göre sayıca daha az gruplar ile birlikte çalışma olanağı da sunmaktadır (Stenner vd., 2008; Ward, 2009; Watts ve Stenner, 2005). Bununla birlikte, Q metodolojisinde diğer araştırmaları -özellikle anket ve ölçeklerin kullanıldığı- tehdit eden araştırmacı yanlılığı da hemen hemen yoktur (Barbosa vd., 1998). Q metodolojisinin güçlülüğü, her bir cevaplayıcının kendine verilen ifadeleri istediği şekilde dağılım çizelgesine yerleştirebilme özgürlüğüne sahip olmasından gelmektedir. Birey, Q metodolojisinde incelenen konu kendi kişisel görüşüne göre ne anlama geliyorsa kendine verilen ifadeleri verilen çizelge üzerinde ona göre yerleştirebilmektedir (Ramlo ve Newman, 2011, Watss ve Stenner, 2005). Bu özellik Q metodunu, cevaplayıcılar için verilen ifadelerde Likert tipi ölçme araçlarında olduğu gibi sınırlı sayıda seçme seçeneğine sahip olmaktan farklı olarak cevaplayıcıyı daha özgür bırakan bir metot haline getirmektedir (Barbosa vd.,

1998). Ayrıca, Likert tipi ölçeklerden farklı olarak maddeler birbirinden bağımsız da değildir. Kişi, maddelere diğerlerinden bağımsız olarak istediği puanı verebilir. Katılımcı isterse hepsine en yüksek ya da hepsine en düşük puanı verebilir. Ama Q metodunda süreç bu şekilde değildir. Kişi, o konuyla ilgili kendi zihnini iyice berraklaştırmak zorundadır. Katılımcı, kendine verilen ifadeleri kendi zihninde yapılandırarak o konuyla ilgili zihnini zorlayarak incelenmek istenen konuya yönelik kendi öznel bakış açısına en yakın olan ifadeyi diğerlerinden ayırıp en yüksek puan kategorisine, kendine daha az uygun olan ifadeyi daha düşük puan kategorisine koyması gerektiği için, Q metodunda maddeler birbirleriyle ilişkilidir ve kişinin belirlediği Q diyagramı o konuya yönelik öznel bakış açısını yansıtmaktadır (Stenner vd., 2000; Watts, 2005). Bu bağlamda şimdiki çalışmada, öğretmen adaylarının matematiğe yönelik inançlarını belirlemek için Q metodu kullanılmıştır. Literatürde matematiğe yönelik inanç, matematiğin doğasına, matematiğin öğrenimine ve matematiğin öğretimine yönelik kişinin öznel görüşleri ve bakış açıları olarak tanımlanmaktadır (bkz. Beswick, 2012; Ernest, 1989; Pehkonen, 1994; Pehkonen ve Törner, 1999; Raymond, 1997; Törner, 1996, 1998; Thompson, 1992). Q metodu ise- yukarıda ifade edildiği gibi-bireylerin bir konuya yönelik algılarını, kişisel bakış açılarını, öznel görüşlerini, inançlarını, tutumlarını vb. belirlemeye yönelik bir yöntemdir (Brown 1980; Du Plessis, 2005; Rozaila, 2008; Stenner, vd., 2008, Stenner, vd., 2000). Bu kapsamda şimdiki çalışmada, öğretmen adaylarının matematiğe yönelik inançlarını belirlemek için Q metodunun kullanılmasının uygun olduğu düşünülmüştür. Zira Q metodu, öğretmen adaylarının matematiğe yönelik inançlarını zihinlerinde iyice ayrıştırabilmelerine imkân vermesi, nitel ve nicel yöntemlerin özelliklerini birlikte kullanması ile öğretmen adaylarının matematiğe yönelik inançlarına yönelik araştırmacılara daha derin ve daha zengin bir bakış açısı elde etme imkânı sağlamaktadır.

#### *3.4.3.1. Q Metodu Aşamaları*

Q metodu araştırmaları genellikle altı aşamadan oluşmaktadır. İlk önce incelenmek istenen konuyla ilgili araştırma sorusu belirlenir. Daha sonra belirlenen araştırma sorusuna göre incelenmek istenen konuyla ilgili Q ifade kümesi oluşturulur. Daha sonra, incelenmek istenen bireyler seçilir. Seçilen bireylerin, görüşlerini/ifadelerini Q ifade kümesinin Q diyagramına yerleştirmeleri sağlanır. Bu aşamadan sonra, incelenen grubun ifadeleri yerleştirdikleri Q diyagramları incelenerek bireylere göre faktörler oluşturulur ve son aşama

olarak ise bulunan sonuçlar yorumlanır. Q metodolojisinin aşamaları Şekil:20'de özetlenmiştir.




*Şekil 20.* Q metodolojisinin aşamaları. Stenner, P., Watts, S & Worrell, M. (2008). Q methodology. In Willig, C. & Stainton-Rogers, W. (Eds.) *The SAGE handbook of qualitative research in psychology*. (pp. 215-232). UK: Cromwell Press. kaynağından uyarlanmıştır.

Q metodolojisinin aşamalarına ilişkin açıklamalar ise alt başlıklar halinde aşağıda verilmiştir.

#### *3.4.3.1.1. Araştırma Sorusunu Belirleme*

Q metodu için belirlenecek araştırma soruları, nitel çalışmalar için belirlenen araştırma sorularıyla oldukça benzerlik göstermektedir (Stenner vd., 2008, s.220). Q metodunda herhangi bir hipotezi test etme ve ispatlama zorunluluğu yoktur (Stenner vd., 2000, Watts ve Stenner, 2005). Q metodu, bir olguya karşı bireylerin bakış açılarını, o olguya bireylerin yükledikleri anlamları inceleme ve ortak temalar, kategoriler tespit etmeye (Shinebourne ve Adams, 2007) çalıştığından dolayı, araştırma soruları da nitel çalışmaların doğasına uygun olarak hazırlanmalıdır (Stenner vd., 2008, s.220). Nitel çalışmalarda, araştırma soruları, araştırılmak istenen olguyu genel olarak ifade edecek, tek bir kavram ve olgu üzerine odaklanacak, "nasıl" ve "ne" gibi odaklanılan olguyu betimlemeye yönelik soru kelimelerini içerecek, daha çok açık uçlu ve keşfedici nitelikte olan fiiller barındıracak şekilde olmalıdır (Bilican, 2016, s140, s141). Benzer şekilde, Q metodunda da -nitel çalışmalardaki gibi- araştırma soruları açık, tek bir olguyu ifade edecek, Q ifade kümesine uygun olacak ve "ne","

ve "nasıl" vb. betimleyici soru kelimelerini içerecek şekilde olmalıdır (Stenner vd., 2008, s.220; Watts ve Stenner, 2005). Bu bağlamda şimdiki çalışmada, öğretmen adaylarının matematiğe yönelik inançlarını incelemek amacıyla araştırma sorusu "Öğretmen adaylarının matematiğe yönelik inançları nasıldır?" şeklinde belirlenmiştir.

#### *3.4.3.1.2. Q Kümesi Oluşturma*

Q kümesi genellikle ifadelerden oluşmakla birlikte incelenmek istenen konuyu yansıtan resim, fotoğraf, müzik ve kelimelere kadar konuyla ilgili herhangi bir şeyden oluşabilir (Brown, 1993; Du Plessis, 2005; Ramlo, 2012; Watts ve Stenner, 2005). Psikolojide ise genellikle Q cümleleri için ifadeler tercih edilmekle birlikte Stephenson'nın (1936) vazo resimleri ve şişelenmiş kokularla birlikte uyguladığı başarılı Q metodu çalışmaları da vardır. (Watts ve Stenner, 2005). Bu durum, Q kümesinin, araştırma sorusunun bağlamına uygun olarak seçilmesini gerektirmektedir. Bununla birlikte, Q kümesindeki ifadeler incelenmek istenen konuyu olabilecek en kapsamlı şekilde yansıtmalıdır (Watts ve Stenner, 2005). Bir başka ifadeyle, Q ifade kümesi incelenmek istenen konuyla ilgili söylenebilecek tüm ifadeleri içermelidir (Stenner vd., 2000). Q kümesini hazırlarken önemli olan incelenmek istenen konu hakkında kümede yer alan ifadelerin bireylerde nasıl anlam kazandığı ve bireylerin o konuyla ilgili öznel görüşlerini Q kümesindeki ifadelerle yansıtabilmesidir (Barbosa vd., 1998; Watts ve Stenner, 2005). Q ifade kümesi geliştirirken konuyla ilgili literatür, dergi, kitap, görüntülü ve sesli medya ve mevcut psikometrik ölçeklerden vb. veya incelenecek konuyla ilgili saha çalışmasıyla ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen verilerden yararlanılabilir (Stenner vd., 2000, Watts ve Stenner, 2005). Bir test maddesi hazırlarken veya ölçek geliştirirken dikkat edilmesi gereken kurallar, Q ifade kümesi hazırlanırken dikkat edilmesi gereken kurallarla benzerlikler göstermektedir (Watts ve Stenner, 2005). Buna bağlı olarak, Q kümesini oluşturulurken cümlelerin kısa, açık ve bireyler tarafından anlaşılır olmasına dikkat edilmelidir. Cümlelerin mümkün oldukça birden fazla düşünce ifadesi içermemesi gerekir. Ayrıca, cümlelerde cevaplayıcıyı yönlendirebilecek yargı içeren ifadelerden de kaçınmak gereklidir (Demir ve Kul, 2011, s.45). Ek olarak, Q kümesinde olumlu ve olumsuz ifadelerin dengeli sayısa dağılımına da dikkat edilmelidir (Du Plessis, 2005). Diğer taraftan, Q kümesindeki ifadelerin sayısı ise çeşitli araştırmacılara göre değişmektedir. Örneğin Brown (1980, s.200)'a göre, 40 ve 60 arasındaki ifade sayısı bir Q kümesi için yeterli iken Barbosa vd. (1998) Q dizgisinin ve

incelenen konunun yapısına göre 20 ve 100 arasındaki ifade sayısının yeterli olduğunu belirtmiştir. Q ifade kümesi belirlendikten sonra bir pilot çalışma yapılarak ifadelerin ne derece anlaşılır olduğu, araştırmacının incelemek istediği anlamı verip vermediği incelenmelidir (Shinebourne ve Adams, 2007; Watts ve Stenner, 2005). Q kümesini oluşturmanın ise iki farklı yöntemi vardır (Barbosa vd., 1998; Demir ve Kul, 2011, s.42;):

1) Yapılandırılmamış Yöntem
2) Yapılandırılmış Yöntem

Q kümesini oluştururken araştırmacı incelemek istediği konuya göre ve araştırmanın amacına göre istediği yöntemden birini seçebilir.

Yapılandırılmamış Yöntem:

Yapılandırılmamış yöntemde, konuyla ilgili yeterli düzeyde literatür mevcut değilse araştırmacı, belirleyeceği Q kümesini inceleyeceği konunun gerekliliklerine ve ihtiyaçlarına göre istediği şekilde oluşturabilir (Demir ve Kul, 2011, s.43). Ayrıca Q setindeki ifadelerin incelemek istediği konunun bütün alt boyutlarını kapsayıp kapsamadığını belirlemek için çok fazla çaba sarf etmesine de gerek yoktur (McKeown ve Thomas, 1988, s.28). Araştırmacının incelemek istediği konunu alt boyutlarını kapsayıp kapsamadığını değerlendirme gibi bir endişesi de yoktur (Barbosa vd., 1998). Fakat bu yöntemle oluşturulan Q kümesindeki ifadelerin, incelenmek istenen konunun bazı alt boyutlarını çok fazla ya da çok az düzeyde temsil edebilme ihtimali bu yöntemin dezavantajıdır (McKeown ve Thomas, 1988, s.28). Bununla birlikte, yapılandırılmamış yöntemle hazırlanan Q kümesi ile yapılan başarılı çalışmalar da literatürde mevcuttur (Stephenson, 1936).

Yapılandırılmış Yöntem

Yapılandırılmış yöntemde, araştırmacı incelemek istediği konuyla ilgili literatürü tarar. Kapsamlı literatür taramasından sonra, araştırmak istediği konunun alt boyutlarını inceleyip analiz ettikten sonra bunların sistematik şekilde kategorilerini belirler (Du Plesis, 2005). Daha sonra araştırmacı, Q ifadelerini çeşitli kaynaklardan (literatür, dergiler, kitaplar, görüntülü ve sesli medya, mevcut psikometrik ölçekler, saha çalışması, yarı yapılandırılmış görüşmeler vb. belirlediği kategorilere göre yazar. Yapılandırılmış yöntem kullanılarak Q kümesi hazırlanması, bulunacak sonuçları yorumlama açısından araştırmacılara kolaylık sağlayacak (Demir ve Kul, 2011, s.42) ve sonuçların geçerliğine katkı yapacaktır. Bununla birlikte, araştırmacı Q setini teorik çerçevede oluştursa bile bireylerin o konuyla ilgili

zihinlerindeki yapıları bilemediği için cevaplayıcının nasıl puanlayacağını öngöremez (Brown, 1980, s.191). Bu nedenle, Q metodunda cevaplayıcıların Q kümesini nasıl algıladığı ve araştırılmak istenen konuyu Q seti ile nasıl yansıttığı önemli bir yer tutmaktadır.

Bu bağlamda şimdiki çaalışmada ise öğretmen adaylarının matematiğe yönelik inançlarını belirlemek için, Q kümesindeki ifadeler yapılandırılmış yöntem kullanılarak hazırlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, matematiğe yönelik inancı detaylı incelemek, matematiğe yönelik inancın alt boyutlarını belirlemek ve matematiğe yönelik inanç ile ilgili kategorileri ortaya çıkarmak için gerekli olan literatür taraması yapılmıştır. Literatür taraması sonucunda öğretmen adaylarının matematiğe yönelik inançlarını belirlemek için Dede ve Karakuş (2014) tarafından Ernest (1989), Raymond (1997), Toluk-Uçar ve Demirsoy' un (2010) çalışmalarından yararlanılarak geliştirilen matematiğin doğasına, matematiğin öğrenimine ve matematiğin öğretimine yönelik inanç kategorileri referans alınmıştır. Bu kategoriler, Tablo 14'te verilmiştir:

Tablo 14

*Matematiğe Yönelik İnanç Kategorileri*

| Matematiğin Doğasına Yönelik | Matematiğin öğrenimine Yönelik | Matematiğin Öğretimine yönelik |
|---|---|---|
| Geleneksel | Geleneksel | Geleneksel |
| Geçiş | Geçiş | Geçiş |
| Geleneksel Olmayan | Geleneksel Olmayan | Geleneksel Olmayan |

Dede ve Karakuş'un (2014) çalışmalarında, öğretmen adaylarının matematiğin doğasına, öğrenimine ve öğretimine yönelik inançlarını belirlemek için "Matematiği nasıl tanımlarsınız?", "Matematiksel bilginin kaynağı nedir?", "Sizce matematik en iyi nasıl öğrenilir?", "Bir matematik kavramı veya konusunu öğrenirken güçlükle karşılaştığınızda ne yaparsınız?", "Matematiği öğretmede en etkili yol nedir?", "Tam olarak anlayamadığınız bir matematik konusunun öğretimiyle karşı karşıya kaldığınızda ne yaparsınız?" açık uçlu soruları kullanılmıştır. Şimdiki çalışmada da bu sorulardan Q ifade kümesini hazırlamak için yararlanılmıştır. Bu soruların matematiksel inanç kategorilerine göre sınıflandırılması ise Tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 15

*Açık uçlu Soruların İnanç Kategorilerine Göre Sıralanışı*

| | |
|---|---|
| Matematiğin Doğasına Yönelik İnanç | Matematiği nasıl tanımlarsınız? |
| | Matematiksel bilginin kaynağı nedir? |
| Matematiğin Öğrenimine Yönelik İnanç | Sizce matematik en iyi nasıl öğrenilir? |
| | Bir matematik kavramı ya da konusunu öğrenirken güçlükle karşılaştığınızda ne yaparsınız? |
| Matematiğin Öğretimine Yönelik İnanç | Matematik öğretmede en etkili yol nedir? |
| | Tam olarak anlayamadığınız bir matematik konusunun öğretimiyle karşı karşıya kaldığınızda ne yaparsınız? |

Tablo 15'teki sorular, çalışmaya dâhil olmayan ve çalışmadaki öğretmen adaylarıyla aynı sınıf seviyesindeki 41tane ikinci sınıf dördüncü dönemde eğitim gören öğretmen adayına bir görüş formu ile açık uçlu şekilde sorulup, öğretmen adaylarının yazılı olarak cevapları alınmıştır. Öğrencilerin görüş formundaki sorulara verdikleri cevaplar, Q ifade kümesini oluşturmak için nitel veri analiz yöntemlerinden içerik analizi (Bauer, 2000) ile incelenmiştir. İçerik analizi sürecinin iki temel alt boyutu vardır: sözdizimsel ve anlamsal (Bauer, 2000, s.134). Bu çalışmada, Q ifade kümesini oluşturabilmek için anlamsal içerik analizi kullanılmıştır. Anlamsal içerik analizinde yazılı metindeki yer alan ifadelerin gerçek anlamları ve bu anlamların ifade edebileceği yan anlamlar ve aralarındaki ilişkiler üzerine odaklanır (Bauer, 2000, s134). Ayrıca, anlamsal içerik analizi "yazılı metinde ne söylenmiştir?" sorusunun cevabı ile ilgilenir ve kelime, cümle, ve paragraflar, daha önceden tanımlanmış temalara ve kategorilere göre sınıflandırılır (Bauer, 2000, s134). Bu bağlamda bu çalışmada, öğretmen adaylarının görüş formundaki verdikleri cevaplar, Dede ve Karakuş'un (2014) belirledikleri matematiksel inanç göstergelerine göre incelenmiştir. Dede ve Karakuş'un (2014), matematiksel inanç kategorileri için belirledikleri göstergeler, Tablo16, Tablo 17 ve Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 16

*Matematiğin Doğasına Yönelik İnanç Kategorileri Göstergeleri*

| |
|---|
| Geleneksel: Bu kategorideki görüşe göre matematik birbirinden bağımsız, ilişkisiz, uygulanabilir kurallar, gerçekler bütünüdür ve sabit, değişmez, tahmin edilebilir ve aynı zamanda kesindir. |
| Geçiş Dönemi: Bu kategorideki görüşe göre matematiğin doğasına yönelik geleneksel ve geleneksel olmayan inanç kategorilerindeki göstergelerin her ikisini de yansıtır. Mesela matematik durağandır ancak birbiriyle ilişkili bilgilerden oluşur; matematik hem kesin hem şüphelidir; matematik hem mutlak hem zaman içerisinde değişir. |
| Geleneksel Olmayan: Bu kategorideki görüşe göre matematik dinamiktir; problem çözme merkezlidir; görecelidir, estetiktir ve sürekli gelişir; matematik keşiftir, şüphelidir. |

Tablo 17

*Matematiğin Öğrenimine Yönelik İnanç Kategorileri Göstergeleri*

| |
|---|
| Geleneksel: Bu kategorideki görüşe göre matematik ezberleyerek, bireysel çalışarak, sadece ders kitaplarından çalışarak ve öğretmenleri dinleyerek, bol soru çözerek öğrenilir. Ayrıca herkes matematiği öğrenemez sadece yeteneği olan kişiler matematiği öğrenir. |
| Geçiş Dönemi: Bu kategorideki görüşe göre matematiğin öğrenimine yönelik geleneksel ve geleneksel olmayan inanç kategorilerindeki göstergelerin her ikisini de yansıtır. Mesela matematik hem bireysel çalışma ile hem de grup çalışmasıyla, hem etkinliklerle hem de ders kitaplarıyla öğrenilir. Matematiği öğrenirken için hem öğretmen hem de öğrenci etkindir. Öğrencilerin Çoğu matematik öğrenebilir. |
| Geleneksel Olmayan: Bu kategorideki görüşe göre matematik etkinliklerle deneyerek, keşfederek, sadece problem çözme etkinlikleriyle, grup çalışmalarıyla, öğrencinin aktif olarak yer aldığı ders ortamlarında öğrenilir. Matematiği herkes öğrenebilir. Ezber öğrenme gerçek öğrenme değildir. |

Tablo 18

*Matematiğin Öğretimine Yönelik İnanç Kategorileri*

| |
|---|
| Geleneksel: Bu kategorideki görüşe göre matematik, en iyi gösterip yaptırarak, ders planına son derece bağlı kalınarak, önemli olan yerleri düz anlatımla aktarılarak, ders kitaplarına bağlı kalınarak kağıt ve kalem etkinlikleriyle, öğrencilerin pasif olarak öğretmeni dinlediği sınıf ortamında öğretilir. |
| Geçiş Dönemi: Bu kategorideki görüşe göre matematiğin öğretimine yönelik geleneksel ve geleneksel olmayan inanç kategorilerindeki göstergelerin her ikisini de yansıtır. Mesela matematik en iyi hem ders kitaplarıyla hem problem çözme etkinlikleriyle, öğrencinin bazen aktif olduğu sınıf ortamlarında, öğrencinin ilgisi çekilerek öğretmen tarafından anlatılan ortamlarda en iyi öğrenir, hem öğretmenin anlatması hem grup etkinlikleriyle öğretilir. |
| Geleneksel Olmayan: Bu kategorideki görüşe göre matematik en iyi sadece problem çözme etkinlikleriyle, öğrencilerin düşüncelerine göre şekillenen sınıf ortamlarında, öğrencinin aktif olarak sürece katıldığı sınıf ortamında, öğrencinin araştırabileceği sorgulayabileceği ortamlarda öğretilir. |

Öğretmen adaylarının görüş formundaki sorulara verdikleri cevaplar araştırmacı tarafından Tablo 16, Tablo 17, Tablo 18'deki matematiksel inanç kategorilerine ve göstergelerine göre incelenmiştir. Öğrencilerin ifadeleri ve ilgili literatür analizine dayalı olarak, Q kümesi için toplam 130 madde üretilmiştir. Daha sonra, üretilen bu maddeler matematik eğitimi alanında olmak üzere ikisi doktorasını tamamlamış diğeri de yüksek lisansını tamamlamış ve daha önce matematiksel inançlar üzerine çalışmalar yapmış olan üç uzman tarafından değerlendirilmiştir. Alan uzmanlarıyla beraber yapılan değerlendirmeler sonucunda, öğretmen adaylarının ikinci sınıfta olmalarından ve henüz Özel Öğretim Yöntemleri- I, Özel Öğretim Yöntemleri- II vb. matematik öğretimi açısından önemli dersleri ve İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programında 3. ve 4. sınıflarda yer alan pedagojik formasyon derslerini henüz almadıklarından dolayı Q ifade kümesinde sadece matematiğin doğasına ve matematiğin öğrenimine uygun inanç ifadelerinin yer alması kararlaştırılmış, matematiğin öğretimine yönelik inanç ifadeleri değerlendirmeye alınmamıştır. Bu kapsamda, Q ifade kümesinde matematiğin doğasına ve matematiğin öğrenimine yönelik toplam 53 madde üzerinde uzlaşıya varılmıştır. Bu maddelerin dağılımı ise Tablo 19'da verilmiştir. Q ifade kümesindeki maddeler ise Ek-6'da verilmiştir.

Tablo 19

*Q Kümesindeki İfadelerin İnanç Kategorilerine Göre Sayısal Dağılımı*

| | Geleneksel | Geçiş Dönemi | Geleneksel Olmayan |
|---|---|---|---|
| Matematiğin Doğasına Yönelik | 10 | 10 | 8 |
| Matematiğin Öğrenimine Yönelik | 8 | 8 | 9 |
| Toplam | 18 | 18 | 17 |

*3.4.3.1.3. Çalışma Grubunun Belirlenmesi*

Q metodunda bireylerin bağımlı değişken ve Q kümesindeki ifadelerin sabitler olduğu dikkate alındığında, Q metodunda katılımcıların seçimi geleneksel R metodundaki katılımcı seçimine göre farklı bir süreçtir ve her iki metottaki katılımcı seçimi farklı amaçlar taşımaktadır (Stenner, Watts ve Worrell, 2008, s.221). Q metodunda, -R metodundan farklı olarak- seçilen bireylerden elde edilen sonuçların evrene genellenmesi amacı taşınmamaktadır (Stenner, Watts ve Worrell, 2008, s.221). Bu nedenle, az sayıdaki katılımcı grubu ile kayda değer sonuçlar elde edilmesi mümkündür (Stenner, Watts ve Worrell, 2008, s.221; Ward, 2009). Ayrıca,, -daha önce belirtildiği gibi- Q metodunda amaç, bireylerin kişisel bakış açı ve algılarını ortaya çıkarmak olduğundan burada katılımcı sayısı az olsa bile yeterli sonuçlar elde edilebilmektedir (Leggette ve Redwine, 2016; Ramlo, 2015; Ward 2009; Watts ve Stenner, 2005). Üstelik Q metodunda fazla sayıda katılımcının olması verilerdeki bazı temel nitel farklılıkları ve ince nüansların göz ardı edilmesi gibi bir takım problemlere de yol açabilir (Watts ve Stenner, 2005). Bu bağlamda, Q metodunda katılımcı seçimi nitel araştırmalardaki sistematik ve amaçsal örnekleme ile benzerlik göstermektedir (Stenner ve Marshall, 1995). Sistematik ve amaçsal örneklemedeki gibi, Q metodunda da bireylerin sahip oldukları bakış açılarını ortaya çıkarmak amacıyla o konuya ait farklı yönleri ortaya çıkarabilecek ve farklı bakış açılarına sahip olabilecek katılımcıların seçilmesi önem arz etmektedir (Ward, 2009; Watts ve Stenner, 2005). Ayrıca, Q metodunda incelenmek istenilen önemli, ilginç ve farklı bakış açıları varsa, katılımcı seçiminde incelenmek istenilen konuyla ilgili bu bakış açılarını ortaya çıkarabilecek bireylerin dikkate alınması gerekir (Watts ve Stenner, 2005). Çünkü incelenmek istenilen konuyla ilgili bireyler herhangi bir deneyime sahip değilse o konuyla araştırmacının incelemek istediği bakış açılarının ortaya

çıkma ihtimali oldukça düşük düzeyde kalabilir. Ayrıca, Q metodunun asıl amacının bireylerin bir konu hakkındaki öznel bakış açılarını ortaya çıkarmak olduğu ve Q metodunun açıklayıcı özellikleri dikkate alındığında, katılımcı seçerken özellikle katılımcıların demografik özellikleri gibi çok fazla ön kabullerin dikkate alınmaması da daha iyi olacaktır (Watts ve Stenner, 2005). Bununla birlikte, araştırmacı bireylerin öznel bakış açılarını ortaya çıkarmak için bir sınıfta yer alan az sayıdaki bireyi de katılımcı olarak seçebilir (Ramlo, 2015). Bu bağlamda şimdiki çalışmada, -öğretmen adaylarının matematiğe yönelik inançlarını belirlemek için- üç kredilik bir seçmeli ders kapsamında bu dersi alan öğretmen adayları çalışmanın çalışma grubu olarak seçilmiştir.

#### *3.4.3.1.4. Çalışma Grubunun Q Dizgilerini Oluşturması*

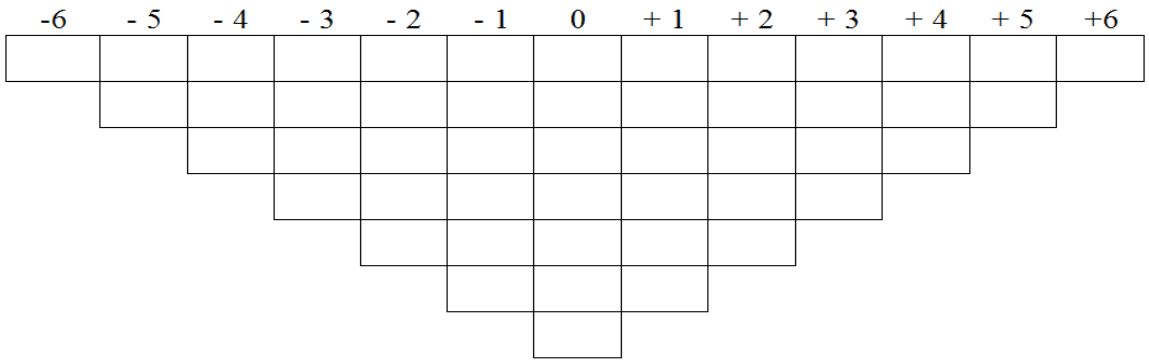
Q kümesi için ifadeler belirlenip katılımcı grubu seçildikten sonra, katılımcı grubunun bu ifadeleri Q dizgisine dizmeleri sağlanır. Bireylerin Q kümesindeki ifadeleri verilen şablona göre sıralayarak Q dizgisini oluşturmaları verilerin faktör analizine uygun hale getirilmesidir (Brown, 1980, s.17). Bir başka ifadeyle, Şekil 21'de gösterildiği gibi verilen bir şablondaki yarı normal dağılıma göre Q kümesindeki ifadelerin her birine, bir sıra değeri vermektir (Watss ve Stenner, 2005). Q ifadelerini dizme sürecinde ilk önce ifadelere rastgele numaralar verilir. Daha sonra, bu ifadeler rastgele verilen numaralarla birlikte bu ifadelerin de rahat okunabilecekleri büyüklükte küçük kartlara yazılır. Bu kartlar bireylere Q dizgisinin şablonu ile beraber verilir. Bu noktada, Q dizgisinin nasıl olması gerektiğine karar vermek önemlidir. Q dizgisinin hazırlanmasında ise iki farklı yöntem vardır: (bkz. Demir ve Kul, 2011, s48; Stenner vd. 2008, s.224; Watts, ve Stenner, 2005)

1) Zoraki Dağılım

2) Serbest dağılım.

Zoraki dağılımda, bireyler Q kümesindeki ifadeleri seçmek istedikleri sıraya sınırlı sayıda seçim yapabilmektedir. Serbest dağılımda ise bireyler Q kümesindeki ifadeleri istedikleri sıraya istedikleri sayıda yerleştirebilmektedirler (Stenner vd. 2008, s.224). Şekil 23 ve Şekil 21'de, serbest ve zoraki dağılıma yönelik birer örnek verilmiştir. Şekil 21'deki zoraki dağılımda, bireylerin en uçtaki sıralara yerleştirebilecekleri ifadeler sınırlı sayıda olduğu için kendi bakış açılarına uygun ve uygun olmayan ifadeleri seçerek bir sonraki sıra basamağına geçebileceklerdir. Bu durum ise incelenen konunun bireylerin zihinlerinde iyice berraklaşmasını sağlayacak ve Q ifadelerini buna göre sıralayacaktır. Bu şekilde, bireylerin

incelenen konuya yönelik bakış açıları netleşecek ve verilerin analizinde araştırmacılara kolaylık sağlanacaktır. Şekil 23'te gösterilen serbest dağılımda ise bireyler istedikleri sıraya istedikleri sayıda ifadeyi yerleştirmede özgürdürler. Bu tarz dağılımın, bireylerin bir konuyla ilgili genel fikirlerini ortaya çıkarmakta kullanışlı olduğu belirtilmektedir (bkz. Demir ve Kul, s.49). Ancak, bu dağlımda bazı sıralara fazla, bazı sıralara az sayıda ifade yerleşebileceği ve bireyler Q kümesindeki ifadeleri istedikleri sıraya istedikleri şekilde yerleştirebileceklerinden dolayı, yazılı olan ifadelere fazla odaklanmayabilirler (Du Plesis, 2005). Ayrıca, serbest sıralama zoraki sıralamaya göre daha az ayırt edici özellikler de taşımaktadır (Du Plesis, 2005). Bununla birlikte, Watts ve Stenner (2005), zoraki dağılımda bile binlerce olasılıklı Q dizgisi elde edilebileceği için zoraki dağılımın sınırlayıcı olmadığını belirtmiştir. Bu nedenle şimdiki çalışmada zoraaki dağılım kullanılmıştır.




*Şekil 21.* Q dizgisi zoraki dağılım şablonu örneği

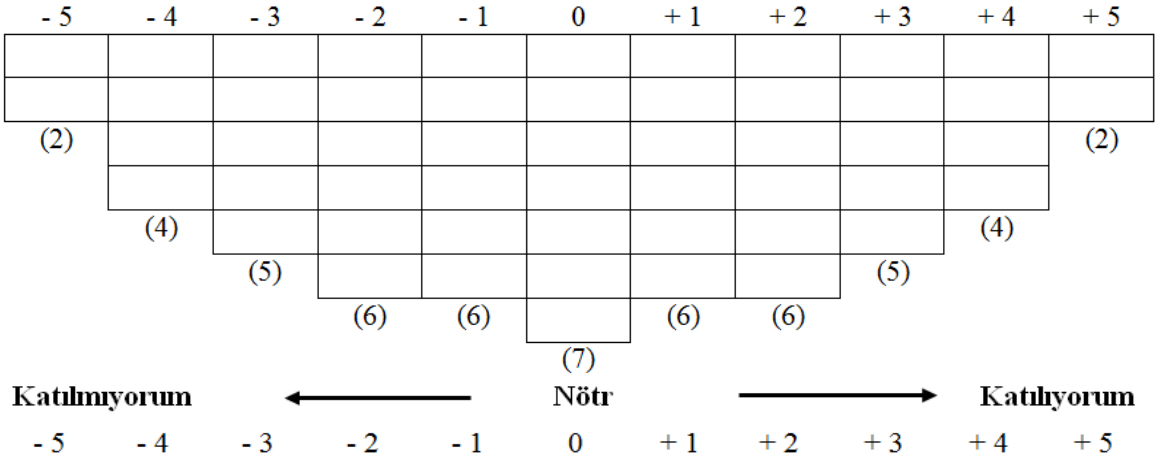
| **Katılmıyorum** ← | | | | | | **Nötr** | | | | | | → **Katılıyorum** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -6 | - 5 | - 4 | - 3 | - 2 | - 1 | 0 | + 1 | + 2 | + 3 | + 4 | + 5 | +6 | **Sıralama Derecesi** |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (6) | (5) | (4) | (3) | (2) | (1) | **İfade Sayısı** |

*Şekil 22.* Zoraki dağılımda verilen Q dağılımındaki ifade sayıları

| -6 | - 5 | - 4 | - 3 | - 2 | - 1 | 0 | + 1 | + 2 | + 3 | + 4 | + 5 | +6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

*Şekil 23.* Q dizgisi serbest dağılım şablonu örneği

Q dizgisinin nasıl bir dağılıma sahip olacağına karar verildikten sonra, Q kümesindeki ifade sayısına göre sıra numaralarının hangi aralıkta {(-3,+3), (-4,+4), (-5,+5), (-6,+6)} olacağına karar verilir. Q aralığı çalışmada kullanılacak olan ifadelere ve araştırmacının amacına göre istenilen şekilde belirlenebilir. Q aralığı da belirlendikten sonra Q dizgi şablonu ve ifadeler katılımcılara verilir. Örneğin, 49 ifadeye sahip bir Q kümesi ve Şekil 21'deki şablonun olduğu kabul edilsin. Bireylerden ilk önce bu 49 ifadeyi, kendilerine göre katıldıkları, katılmadıkları ve ne katılıp ne de katılmadıkları (nötr kaldıkları) şeklinde üç gruba ayırmaları istenir (Stenner vd., 2008, s.224, Watts ve Stenner, 2005). Bu işlemden sonra, bireylerden bu ifadeler içinden en fazla katıldıkları ifadeyi, Şekil 21'deki şablona göre +6'ya, daha az katıldıkları iki ifadeyi +5'e, daha az katıldıkları üç ifadeyi +4'e şeklinde sıralamaları istenir. Benzer şekilde, bireylerin en az katıldıkları ifadeyi -6'ya, daha az katıldıkları iki ifadeyi -5'e şeklinde olmak üzere bütün ifadeleri şablonda sıralamaları istenir. Burada, şablondaki her bir boşluğa sadece bir ifadenin gelmesi gerektiğine dikkat edilmelidir. Ayrıca, zoraki dağılımda araştırmacı Q şablonunu +6'da itibaren her bir sıra sola doğru birer azalacak şekilde düzenlemek zorunda değildir. Örneğin +6'ya bir ifade, +5'e üç, +4'e 4 ifade gelecek şekilde araştırmacı istediği şekilde belirleyebilir. Daha sonra araştırmacı, en uçtaki sıralamalara niçin o ifadeleri yerleştirdiğini öğrencilere ister görüş formuyla isterse sonradan yapılacak görüşmeler aracılığıyla sorması, sonuçların yorumlanması açısından fayda sağlayacaktır (Stenner vd., 2008, s.224). Bireylerin ifadeleri sıralama işlemi bittikten sonra, bireylerden yaptıkları sıralamayı bir daha kontrol etmeleri istenir. Eğer bireyler, yaptıkları sıralamadan memnunsa, bireylerden ifadelerin üstündeki numaraları verilen Q dizgisi şablonunun üstüne yazmaları istenir. İfadelerin dizgisi bittikten sonra analiz işlemine geçilir. Bu çalışmada ise Şekil 24'te verilen şablon kullanılmıştır.




*Şekil 24.* Çalışmada kullanılan Q şablonu

Bu açlışmada Q ifadelerinin yerleştirileceği sıra ifade sayısına göre (-5,+5) olmasına karar verilmiştir. Bu bağlamda şimdiki çalışmada, -yukarıda ifade edilen sürece uygun biçimde- belirlenen ifadelerin üstüne sıra numaraları rastgele biçimde ve ifadeler öğretmen adaylarının okuyabilecekleri şekilde küçük kartların üzerine yazılmıştır. Daha sonra, öğretmen adaylardan belirlenen 53 ifadeye yönelik katılım durumlarını (katıldıkları, katılmadıkları ve nötr kaldıkları) belirlemeleri istenmiştir. Bu işlemden sonra, öğretmen adaylarından en çok katıldıkları iki ifadeyi +5'e, daha az katıldıkları dört ifadeyi +4'e yerleştirerek ve bu şekilde devam ederek -aynı süreci katılmadıkları ifadeler için de yaparak- Q dizgisini tamamlamaları istenmiştir.

#### *3.4.3.1.5. Q Verilerinin Faktör Analizi*

Faktör analizi, eldeki verilerin barındırdığı çok sayıdaki değişkenleri bir araya getirme ve bunlar arasındaki ilişkileri bularak, yeni yapı, boyut, faktör ve gizil değişkenleri ortaya çıkarma işlemidir (Büyüköztürk, 2002). Benzer şekilde, Q metodundaki faktör analizi de Q dağılımları arasındaki ilişkileri inceleyerek verilerin indirgenmesi yoluyla incelenmek istenen yapının netleştirilmesini ve farklı bakış açılarının keşfedilmesini sağlamaktadır (Ramlo, 2016). Faktör analizi R metodu, birbirine yakın puanlanan maddeleri bir araya getirirken Q metodu ise benzer Q dağılımına sahip bireyleri bir araya getirmektedir. Başka bir ifadeyle, Q metodunda bireylerin öznel bakış açılarını keşfetmek ve bireylerin Q dizgileri arasındaki ilişkiyi daha da netleştirmek için faktör analizi yapılırken, R metodunda ise psikometrik testlerdeki faktör yapısını doğrulamak veya keşfetmek için faktör analizi yapılmaktadır. Dolayısıyla, her iki metottaki faktör analizinin amaçları farklıdır. Ayrıca,

kullanılan veri toplama aracı olarak R metodunda nesnel ifadeler içeren testler kullanılırken Q metodunda ise bireyin bakış açılarını yansıtabilecek ifadeler kullanılmaktadır (Ramlo, 2016). Ayrıca, Q metodu R yöntemlerinde olduğu gibi –yukarıda da belirtildiği üzere- genelleme amacı taşımamaktadır. Q metodu, bir konuya/olaya ilişkin bireylerin veya bir grubun daha çok öznel görüşlerini anlamak ve bireysel bakış açılarını açıklamak amacı güder. Bu amacı gerçekleştirebilmek amacıyla, Q dağılımlarının arasında yüksek korelasyona sahip ve faktörlerde toplanan bireyler, Q metodunun ilgi alanını girer (Ramlo, 2016). Q metodundaki faktör analizi katılımcıların oluşturdukları Q dağılımlarına göre benzer dağılımları oluşturan bireyleri aynı faktöre dâhil eder ve arasındaki ilişkileri inceleyerek verilerin indirgenmesi yoluyla incelenmek istenen yapının netleştirilmesini ve farklı bakış açılarının keşfedilmesini sağlar (Ramlo, 2016). Böylece, her bir faktör, bireylerin incelenen konu hakkındaki kişisel bakış açılarını yansıtmaktadır (Watts ve Stenner, 2005; Brown, 1980, s.208). Üstelik bireylerin Q dağılımlarına göre faktörler ortaya çıktığı için, Q faktör analiziyle bireyler aslında kendilerini sınıflandırmaktadırlar (Brown, 1980, s.208). Ayrıca Q metodunda, ölçme aracının faktör sayıları, açıklanan varyans yüzdesi, özdeğerler vb. fazla önem taşımamaktadır (Brown, 1978, akt. Ramlo, 2016). İncelenen konuyla ilgili bireylerin Q dağılımları arasındaki korelasyon, faktörlerin oluşmasındaki temel etken olduğundan, dört veya beş kişinin bir faktörde toplanması yüksek oranda güvenilir sonuçlar oluşturmaktadır (Brown, 1980, s67). Katılımcıların oluşturdukları Q dağılımlarını analiz etmek için, Q metoduna özel veya genel amaçlı istatistiksel paket programları bulunmaktadır. Bu kapsamda şimdiki çalışmada, Peter Schmolck'un John Atkinson tarafından geliştirilen programı adapte ederek geliştirdiği ücretsiz bir paket program ile katılımcıların oluşturdukları Q dağılımları incelenmiştir. Bu bağlamda, Q dağılımları paket programa girildikten sonra, araştırmacı Q metodunda hangi faktör analizi yöntemini ve hangi döndürme yöntemini seçmesi gerektiğine karar vermelidir. Bu noktada, Temel Bileşenler Analizi ve Varimax Yöntemi ya da Centroid Analizi ve Teorik Döndürme Yöntemi, Q metodu araştırmacılarının tercih ettikleri yöntemler olarak öne çıkmaktadır. R metodundaki Temel Bileşenler Analizi ve Varimax Döndürme Tekniği ile Q metodunda uygulanan Centroid Analizi ve Teorik Döndürme Analizi'nin işlevleri temelde benzeşmektedirler (Ramlo, 2016). Temel Bileşenler Analizi, en iyi matematiksel sonuca ulaşmamızı sağlarken Centroid Yöntemi'nin en önemli özelliği ise "sınırsızlığıdır" (Ramlo, 2016). Buradaki "sınırsızlık" özelliği, her bir faktör çözümü için sınırsız sayıda döndürme yapılabilmesi veya hangi faktör analizi yöntemi kullanılırsa kullanılsın, faktör puanlarının sınırsız sayıda farklı

yolla, aynı faktör yükleriyle hesaplanabilmesine imkân verebilmesi olarak tanımlanmaktadır (Choulakian, 2003). Ayrıca, Stephenson sınırsızlık terimini, sadece en iyi bir çözüm değil sınırsız sayıda olası çözümlerin varlığı şeklinde açıklamıştır (Brown, 1980, s.33). Bu bağlamda, Centroid Yöntemi'nin sınırsızlık ve açıklık özelliği, Q metoduyla çalışan araştırmacılara veri setini faklı bakış açılarından inceleme özgürlüğü sunmakta ve farklı çözümleri teorik olarak değerlendirmelerine de imkân vermektedir (Ramlo, 2016). Ayrıca, sınırsızlık özelliği, Centroid faktör analizini Q metoduyla bireylerin öznel görüşlerini incelemek için en uygun yöntem de yapmaktadır (bkz. Brown, 1980'dan akt. Ramlo, 2016). Stephenson, R yöntemindeki temel bileşenler analizindeki nesnelliğin faydalarından bahsetmesine rağmen, Centroid Yönteminin teorik çalışmalardaki öneminden ve en iyi matematiksel sonuçları vermesinden ziyade, birden fazla sonucu değerlendirip teoriye dayalı çıkarımların yapılabilmesine imkân vermesi nedeniyle, Centroid Yöntemi'ni, Temel Bileşenler Analizi'ne tercih etmiştir (Brown, 1980, s.57). Q metodundaki teorik döndürme, bireylerin oluşturdukları Q dizgilerinden ziyade eksenleri değiştirmektedir (Brown, 1980, s.224). Bir başka ifadeyle, Q metodunda teorik döndürmede, faktör yükleri değişmesine rağmen bireylerin oluşturdukları dağılımların arasındaki ilişki yani faktör yüklerinin kareler toplamı aynı kalacağından dolayı teorik döndürmede, faktör yüklerinin değişimi sadece faktörlerin daha da belirginleşmesini sağlayacaktır (Brown, 1980, s.224). Q metodunda Varimax Döndürme Yönteminin kullanımı, istatistiksel olarak daha iyi çözümler sunmasına rağmen faktörler üzerinde yapılabilecek alternatif açıklamaları ve incelemeleri sınırlandırmaktadır (Ramlo, 2016). Ayrıca, faktör analizinde Temel Bileşenler Analizi ve Varimax Döndürme Yöntemi matematiksel olarak en iyi sonucu bulmak için kullanılır. Fakat istatistiksel anlamda Q metodunda sadece bir veya birkaç kişiyle oluşan istatistiksel açıdan ziyade incelenen konu açısından anlam taşıyabilen ve teorik açıdan önemli olabilen faktörler, Temel Bileşenler Analizi ve Varimax Döndürme Yöntemi'nde göz ardı edilebilir (Ramlo, 2016). Q yönteminde, genellikle araştırmacıya sağladığı yorumlama, gözlemleme ve alternatif açıklamalara olanak verme gibi avantajlardan dolayı, Centroid Yöntemi ve Teorik Döndürme, Temel Bileşenler Analizi ve Varimax Döndürme Yöntemi'ne tercih edilmektedir (Ramlo, 2016; Watts ve Stenner, 2005). Ek olarak, Burt (1972) Centroid ve diğer faktör analizi yöntemlerinin hemen hemen aynı sonuçları vermekte olduğunu belirtmiştir (Brown, 2000, s.208). Bu kapsamda şimdiki çalışmada, araştırmacıya sağladığı yorumlama, gözlemleme ve alternatif açıklamalara olanak verme vb. avantajlardan dolayı

Centroid Yöntemi ve Teorik Döndürme Analizi kullanılmıştır. Bu kapsamda analiz edilen verilerin analiz sonuçları, bulgular kısmında verilmiştir.

#### *3.4.3.1.6. Sonuçların Yorumlanması*

Q faktör analizinde bireylerin oluşturdukları Q dizgileri, istatistiksel paket programıyla incelenerek faktör yapıları ortaya çıkarılır. Burada, bireylerin oluşturdukları Q dizgilerinin benzerliklerine göre faktörler oluşturulur. Benzer Q dizgisini oluşturan bireyler yani Q dizgilerinin arasında yüksek korelasyon bulunan bireyler aynı faktörde yer alır. Buradaki her bir faktör incelenmek istenen yapıya yönelik bireylerin kişisel bakış açısını yansıtır (Ramlo, 2016). Bir başka ifadeyle, aynı faktör altında toplanan bireylerin incelenmek istenilen yapıya yönelik aynı bakış açısına sahip oldukları düşünülebilir (Brown, 1980, s.208; Watts ve Stenner, 2005). Fakat burada, faktörlerin hangi bakış açısını temsil ettiklerinin belirlenmesi önemlidir. Bu bağlamda; Q metodunda, faktörler yorumlanırken faktör yüklerinin dikkate alındığı R metodundan farklı olarak faktör puanları dikkate alınır. Faktör puanları, bütün Q dizgileri dikkate alınarak her bir ifade için verilen değerlerin ortalaması alınarak hesaplanır (Brown, 1993). Faktörlerin yorumlanmasında araştırmacı, her bir faktör altında toplanan ayırıcı ifadelerden faydalanır. Burada bahsedilen ayırıcı ifadeler o faktör için bireylerin oluşturdukları Q dizgilerinde en yüksek değerlere yerleştirilen ifadelerdir (Newman ve Ramlo, 2010) ve bu ifadeler, program tarafından otomatik olarak sonuç çıktısında verilmektedir. Bu ifadelerin Q dizgisindeki yerlerine göre (bu çalışmadaki Q dizgisi değer aralığı +5 ve -5 arasındadır) ve programın hesapladığı z puanlarına göre faktörler yorumlanır. Faktörler yorumlanırken genellikle Q dizgisindeki uç değerlerdeki ifadeler dikkate alınmaktadır (Zabala, 2014). Ayrıca, bireylere sorulan açık uçlu sorular da faktörlerin yorumlanmasında araştırmacıya yol gösterici bir faktördür (Stenner, Dancey ve Watts, 2000). Burada, Q kümesindeki ifadelerin belirli bir teorik çerçeveye göre belirlenmesi faktörlerin yorumlanmasında kolaylık sağlayacaktır. Bununla birlikte, Q kümesindeki ifadeler serbest şekilde belirlenmiş olsa bile ifadelerin Q dizgisindeki yerleri ve her bir faktör altında toplanan ayırıcı ifadeler aracılığıyla faktörler yorumlanabilmektedir. Faktörlerin yorumlanmasında ise araştırmacının o konuyla ilgili görüşleri ve bakış açıları da önemli bir yere sahiptir. Çünkü Q metodunda araştırmacı sadece istatistiksel kriterleri dikkate almamakta, kendi değerlendirmelerini de faktörlerin yorumlanmasında kullanmaktadır

(Stenner, Dancey ve Watts, 2000). Bu bağlamda şimdiki çalışmada, faktörlerin yorumlanması bulgular başlığı altında ele alınmıştır.

#### *3.4.3.1.7. Q Verilerinin Analizi*

Q faktör analizinde bireylerin oluşturdukları Q dizgileri, istatistiksel paket programıyla incelenerek faktör yapıları ortaya çıkarılır. Burada, bireylerin oluşturdukları Q dizgilerinin benzerliklerine göre faktörler oluşturulur. Benzer Q dizgisini oluşturan bireyler yani Q dizgilerinin arasında yüksek korelasyon bulunan bireyler aynı faktörde yer alır. Buradaki her bir faktör incelenmek istenen yapıya yönelik bireylerin kişisel bakış açısını yansıtır (Ramlo, 2016). Bir başka ifadeyle, aynı faktör altında toplanan bireylerin incelenmek istenilen yapıya yönelik aynı bakış açısına sahip oldukları düşünülebilir (Brown, 1980, s.208; Watts ve Stenner, 2005). Fakat burada, faktörlerin hangi bakış açısını temsil ettiklerinin belirlenmesi önemlidir. Bu bağlamda; Q metodunda, faktörler yorumlanırken faktör yüklerinin dikkate alındığı R metodundan farklı olarak faktör puanları dikkate alınır. Faktör puanları, bütün Q dizgileri dikkate alınarak her bir ifade için verilen değerlerin ortalaması alınarak hesaplanır (Brown, 1993). Faktörlerin yorumlanmasında araştırmacı, her bir faktör altında toplanan ayırıcı ifadelerden faydalanır. Burada bahsedilen ayırıcı ifadeler o faktör için bireylerin oluşturdukları Q dizgilerinde en yüksek değerlere yerleştirilen ifadelerdir (Newman ve Ramlo, 2010) ve bu ifadeler, program tarafından otomatik olarak sonuç çıktısında verilmektedir. Bu ifadelerin Q dizgisindeki yerlerine göre (bu çalışmadaki Q dizgisi değer aralığı +5 ve -5 arasındadır) ve programın hesapladığı z puanlarına göre faktörler yorumlanır. Faktörler yorumlanırken genellikle Q dizgisindeki uç değerlerdeki ifadeler dikkate alınmaktadır (Zabala, 2014). Ayrıca, bireylere sorulan açık uçlu sorular da faktörlerin yorumlanmasında araştırmacıya yol gösterici bir faktördür (Stenner, Dancey ve Watts, 2000). Burada, Q kümesindeki ifadelerin belirli bir teorik çerçeveye göre belirlenmesi faktörlerin yorumlanmasında kolaylık sağlayacaktır. Bununla birlikte, Q kümesindeki ifadeler serbest şekilde belirlenmiş olsa bile ifadelerin Q dizgisindeki yerleri ve her bir faktör altında toplanan ayırıcı ifadeler aracılığıyla faktörler yorumlanabilmektedir. Faktörlerin yorumlanmasında ise araştırmacının o konuyla ilgili görüşleri ve bakış açıları da önemli bir yere sahiptir. Çünkü, Q metodunda araştırmacı sadece istatistiksel kriterleri dikkate almamakta, kendi değerlendirmelerini de faktörlerin yorumlanmasında kullanmaktadır

(Stenner vd., 2000). Bu bağlamda şimdiki çalışmada, faktörlerin yorumlanması bulgular başlığı altında ele alınmıştır.

### 3.5. Verilerin Analizi

Bu çalışma, deneysel nitelik taşıdığından dolayı, öğretmen adaylarından araştırma sorularına cevap bulmaya yönelik nicel veriler toplanmıştır. Toplanan nicel veriler uygun istatistiksel yöntemler kullanılarak analiz edilmiştir. Bu kapsamda, ilk önce verilerin parametrik veya parametrik olmayan istatistiksel yöntemlere uygunluğu belirlenmiştir. Bu amaçla, verilerin parametrik istatistiksel yöntemlere uygunluğunu kontrol etmek için, verilerin normal dağılıma uygun dağılım gösterip göstermediğine ve iki farklı grup arasındaki farkın istatiksel anlamlılığı test edilecekse varyansların homojenliğine bakılmıştır. Verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığı, Shapiro- Wilk testi ve çarpıklık- basıklık z katsayısı, varyansların homojenliği ise Levene testi ile incelenmiştir. Aynı grubun ön test son test puanları arasında istatiksel anlamlılık kontrol edilecekse ön test son test fark puanlarının normal dağılıma uygun olup olmadığı incelenmiştir. Aynı grubun ön test son test fark puanları, normal dağılıma uygunluk gösteriyorsa ön test son test puanları arasındaki farklılıkların istatistiksel açıdan anlamlılığı, parametrik test istatistiklerinden, ilişkili örneklemler t testi ile incelenmiştir. Eğer, aynı grubun ön test ve son test puan farkları normal dağılıma uygunluk göstermiyorsa o zaman ön test ve son test puanları arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan anlamlı olup olmadığına parametrik olmayan test istatistiklerinden Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile bakılmıştır. Faklı grupların ön test veya son test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılığın bulunup bulunmadığı veriler normallik ve varyansların homojenliği varsayımlarını karşılamışsa parametrik test istatistiği yöntemlerinden ilişkili örneklemler t testi ile veriler normallik varsayımın karşılamamışsa parametrik olmayan test yöntemlerden Mann Whitney U testi sınanmıştır. Bu bağlamda şimdiki çalışmada, Matematiksel Modelleme Testi'nin cevaplarının puanlaması kısmi olarak yapıldığından dolayı, testin model veri uyumuna ve tek bir yapıya uygunluk gösterip göstermediği, Madde Tepki Kuramı yöntemlerinden Kısmi Puanlama Analizi ve Doğrulayıcı Faktör Analizi ile incelenmiştir. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Testi'nin maddelerinin ayırt edicilikleri, üst ve alt grup %27'lik fark ve madde toplam korelasyonu ile testin madde güçlüklerine ise Kısmi Puan Analizi ile bakılmıştır. Bu kapsamda, şimdiki çalışmada deneysel işlemden önce, öğretmen adaylarının matematiğe yönelik inanç

kategorilerinin belirlenmesi Q metodolojisi kullanılarak yapılmıştır. Deneysel işlem sürecinde ise öğretmen adaylarının farklı matematiksel inanç kategorilerine göre oluşturulan ve araştırma kapsamında incelenecek olan grupların denkliği dört farklı grup test edildiği için ve gruplar üçer kişiden oluştuğundan dolayı, parametrik olmayan test yöntemlerinden Kruskal Wallis H testi ile sınanmıştır. Farklı matematiksel inanç kategorilerine göre oluşturulan grupların deneysel işlem süreci boyunca holistik etkinliklere ürettikleri çözümler Modelleme Yeterlikleri Rubriği kullanılarak değerlendirilmiş ve veriler, Çok Yüzeyli Rasch Analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Çok yüzeyli Rasch Analizi, Rasch Andrich (1978) modeline puanlayıcı katılığının dâhil edilmesi ile daha kapsamlı hale getirilmiştir (Linacre, 1994, s.1). Daha özel bir ifadeyle; Çok yüzeyli Rasch Analizi, her bir maddenin kendi puanlama kategorisi dikkate alınarak analiz edilebildiği kısmi puan analizinin daha kapsamlı hale getirilmiş şeklidir (Linacre, 2002). Bu model; puanlayıcı, test, ölçülmek istenen kriterler, puanlanan özellikler, bireyler vb. çeşitli ölçme hatalarına yol açabilecek faktörleri barındıran durumlarda kullanılmaktadır (Prieto ve Nieto, 2014).

### 3.5.1. Çok Yüzeyli Rasch Analizi

Çok Yüzeyli Rasch Analizi, aşağıdaki şekilde açıklanmaktadır (Eckes, 2015, s.30):

$$\log\left[\frac{P_{nljk}}{P_{nljk-1}}\right] = \theta_n - \delta_l - \alpha_j - \tau_k$$

$P_{nljk}$: n bireyinin l maddesinde j puanlayıcısından k puanını alma olasılığı

$P_{nljk-1}$: n bireyinin l maddesinde j puanlayıcısından k-1 puanını alma olasılığı

$\theta_n$: n bireyinin yeteneği

$\delta_l$: l maddesinin zorluğu

$\alpha_j$: j puanlayıcısının katılık düzeyi

$\tau_k$: k-1 kategorisine ilişkin k kategorisinin zorluk düzeyi

Bu denklemde sıralı kategori olasılıklarının oranının lojistik dönüşümü $\log\left[\frac{P_{nljk}}{P_{nljk-1}}\right]$ bağımlı değişken, farklı yüzeyler de (puanlayıcı, maddeler, bireyler, ktiterler vs.) bağımsız değişkenlerdir (Prieto ve Nieto, 2014). Çok Yüzeyli Rasch Analizi'nde, klasik test kuramından farklı olarak yüzeylerin parametreleri madde, puanlayıcı, test ve grup

özelliklerinden etkilenmeden bağımsız ve objektif olarak tahmin edilebilmektedir (Toffoli, Andrade ve Bornia, 2016). Çok Yüzeyli Rasch Modeli, her bir yüzeyi diğer yüzeylerden bağımsız olarak tahmin edebilmekte ve yüzeyleri ortak bir logit cetvelinde kalibre edip standart hale getirerek bireylerin yeteneklerini, puanlayıcıların katılıklarını ve soruların güçlüğünü karşılaştırma olanağı sunmaktadır (Prieto ve Nieto, 2014). Ayrıca, her bir yüzeyin tahminine ait iç tutarlık anlamında güvenirlik katsayısı da vermektedir (Linacre, 2014). Ayrıca; Çok Yüzeyli Rasch Analizi, çoklu ve sıralı kategorilerden oluşan rubriklerle yapılan değerlendirmelerde bireylerin becerilerinin tahmininde de kullanılabilmektedir (Prieto ve Nieto, 2014). Bu bağlamda şimdiki çalışmada, farklı inanç kategorilerine göre oluşturulan çalışma gruplarındaki öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin çok kategorili rubriklerle değerlendirilmiş ve bu değerlendirmeler puanlayıcı, madde ve grupların özelliklerinden bağımsız olarak objektif ölçümler ile yapılabildiği için, verilerin analizi Çok Yüzeyli Rasch Analizi ile yapılmıştır. Ayrıca gruplarda yer alan bireylerin sayısının az olduğu dikkate alınacak olursa ÇYRA kullanılması ile grup, birey ve maddelerin özelliklerinden kaynaklanabilecek yanlılıklar giderilebilecektir.

### 3.6. Araştırmanın İç ve Dış Geçerliği

Deneysel araştırmalarda bulunan sonuçların üzerinde deneysel işlemden ziyade başka faktörlerin etkisinin olup olmaması ve bu sonuçlardan yola çıkılarak başka ortamlara, örneklemlere ve durumlara yönelik genellemelerde bulunulması, bu araştırmalarda önemli bir yer tutar. Deneysel çalışmalarda, uygulamadan sonra bağımlı değişkende meydana gelen değişikliklerin bağımsız değişken/ler ile açıklanabilmesine iç geçerlik, bulunan sonuçların evrene genellenebilirliğine ise dış geçerlik denir (Lawson, 1997, s.128). Bu bağlamda, deneysel araştırmaların iç ve dış geçerliği ve bunları tehdit eden çeşitli faktörlere ilişkin açıklamalar aşağıda özetlenmiştir.

#### 3.6.1. Araştırmanın İç Geçerliği

Katılımcıların seçimi deney esnasında meydana gelen olayların denekleri etkilemesi durumudur (Christensen vd. 2015, s.179). Bu çalışmada tek çalışma grubu vardır. Bu çalışma grubunda yer alan katılımcılar deneysel işlem süresince aynı ortamda öğretim görmüşlerdir. Dolayısıyla farklı inanç kategorilerinde yer alan öğretmen adayları deneysel süreç boyunca

aynı olaylarla ve aynı durumlarla karşılaşmışlardır. Farklı inanç kategorisindeki öğretmen adayları aynı ortamda bulundukları ve aynı olaylardan etkilendikleri için bunun her iki grup için de bağımlı değişkeni eşit derecede etkileyeceği düşünülmüştür. Dolayısıyla farklı inanç kategorilerinde yer alan öğretmen adayları arasındaki fark üzerinde önemli bir değişikliğe yol açmayacağı düşünülmüştür.

Olgunlaşma etkisi çalışmada yer alan katılımcılarda olan değişimlerin dışsal etkilerden değil zamanın geçmesiyle bıkkınlık, yorgunluk, yaş, açlık gibi içsel etkenlerden kaynaklanan değişimdir (Chistensen vd., 2015, s.190). Çalışmada yer alan öğrenciler aynı sınıf düzeyinden ve yaş grubundan seçildiği için katılımcılarda görülecek olgunlaşma etkisi tüm katılımcılar için aynı olabileceğinden dolayı olgunlaşma etkisinin bağımlı değişken üstündeki etkisi azaltılmış olur. Ayrıca farklı inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının içsel faktörlerin etkisinden aynı oranda etkilendiklerinden ayrıca modelleme yeterlikleri üst düzey beceri gerektirdiğinden ve modelleme yeterlikleriyle ilgili herhangi bir eğitim almadan kendiliğinden gelişmesi oldukça güç olduğundan dolayı olgunlaşmanın bağımlı değişken olan öğretmen adaylarının modelleme yeterlikleri üstünde önemli bir değişikliğe yol açmayacağı düşünülmüştür.

Regresyon etkisi çalışma öncesinde puanları uç değerlerde yer alan bireylerin çalışma esnasında ve sonrasında puanlarında merkeze doğru bir kayma olması demektir (Chistensen vd., 2015, s.192). Bu çalışmaya yer alan öğretmen adaylarının çalışma öncesinde puanları uç değerlerde yer alan bireyleri bulunmamaktadır. Öğretmen adaylarının çalışma öncesinde aldıkları puanlar birbirlerine ve testin ortalamasına yakındır. Bundan dolayı çalışmada regresyon etkisinin öğretmen adaylarının modelleme yeterlikleri üzerinde önemli bir farklılık oluşturmayacağı düşünülmüştür.

Seçim yöntemi çalışmada yer alan katılımcıların bazı özelliklerinden dolayı sonuçların etkilenmesidir (Christensen vd., 2015, s.194). Bu çalışmada yer alan katılımcılar aynı sınıf seviyesinde seçildiği için ve öğretim görmekte oldukları bölüme sınavla yüksek puanlarla ve belli ortalamaların üstünde yerleşmişlerdir. Ayrıca modelleme yeterlikleri testine göre farklı inanç kategorilerinde yer alan öğretmen adaylarının ön testleri ve akademik ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık yoktur. Ayrıca öğretmen adaylarının inanç kategorileri istatistiksel temelli Q metodolojisiyle belirlenmesi bireylerin gruplara yansız atamasına benzemektedir. Modelleme yeterliklerini en fazla etkileyebilecek olan

değişkenlerin deney öncesinde kontrol edilmesinden dolayı seçim yönteminin öğretmen adaylarının modelleme yeterliklerine etkisinin en aza indirildiği söylenebilir.

Katılımcı kaybı deneysel işlem sırasında katılımcıların çalışmayı terk etmesi olarak tanımlanmaktadır (Büyüköztürk, 2014, s.6). Bu çalışma boyunca incelenecek olan farklı inanç gruplarına göre oluşturulmuş gruplarda yer alan öğrenciler çalışmanın sonuna kadar uygulamalara katılmışlardır. Diğer gruplarda yer alan öğrencilerden ise sürekli devamsızlık yapan olmamıştır. Devamsızlık yapan öğrencilere gelmediği haftalarda hangi uygulamaları yapıldığı detaylı olarak açıklanmıştır. Bundan dolayı denek kaybı etkisinin öğretmen adaylarının modelleme yeterliklerine etkisinin en aza indirildiği söylenebilir.

Deneysel işleme tepki etkisi sadece deney grubunda işlem yapılıp kontrol grubuna yapılmazsa bu kontrol grubunda demoralizasyona sebep olabilir (Cresswell, 2014, s.175). Bu çalışmada kontrol grubu olmadığı ve karşılaştırılan her iki gruba aynı ortamda uygulama yapıldığı için deneysel işleme tepkinin öğretmen adaylarının modelleme yeterlikleri üzerine etkisinin olmayacağı söylenebilir.

Rekabet etkisi kontrol grubundaki katılımcıların kendilerine deneysel işlem uygulanmadığı için kendilerini değersiz hissetmesidir (Cresswell, 2014, s.175). Bu çalışmada kontrol grubu olmadığı ve karşılaştırılan her iki gruba aynı ortamda uygulama yapıldığı için rekabet etkisinin öğretmen adaylarının modelleme yeterlikleri üzerine etkisinin olmayacağı söylenebilir.

Ölçme aracının farklı olması etkisi ön ve son testlerde kullanılan ölçme araçlarının farklı olması durumunda uygulama öncesinde ve sonrasında elde edilecek puanları farklı düzeylerde etkilemesidir (Cresswell, 2014, s.175). Bu çalışmada ön ve son test olarak aynı matematiksel modelleme testi kullanılmıştır. Böylece ölçme aracının farklılığından kaynaklanan etkilerin ortadan kaldırıldığı söylenebilir. Ayrıca ön ve son testlerin arasında geçen sürenin 10 hafta olmasıyla öğrencilerde oluşabilecek hatırlama etkisinin de en düşük seviyeye indirildiği söylenebilir. Ayrıca faklı inanç kategorisindeki öğrencilerin tümü için ön test ve son test arasında geçen süre ve bundan kaynaklanabilecek etkiler aynı oranda olduğu söylenebilir dolayısıyla farklı inanç kategorilerindeki öğrencilerin arasındaki modelleme yeterlikleri farkı bundan aynı oranda etkileneceği ve sonuçlarda önemli bir değişiklik yapmayacağı söylenebilir.

### 3.6.2. Araştırmanın Dış Geçerliği

Seçme yöntemi ve deneysel işlem arasında etkileşim etkisi deneysel süreçte yer alan katılımcıların sınırlı bir alandan seçilmesi ve birbirine yakın özellikler taşıması sonuçların başka yerlerdeki ve katılımcılarla aynı özellikleri taşımayan kişilere genellenememesidir (Cresswell, 2014, s.176). Bu çalışmada evren seçilmediği için genellebilirlik söz konusu değildir.

Deney ortamı ve deneysel işlem arasındaki etkileşim etkisi deneysel işlemin gerçekleştiği ortamda yer alan katılımcıların özellikleri nedeniyle deneyin gerçekleştiği ortamda yer almayan diğer bireyler hakkında genellemelerin yapılamamasıdır (Cresswell, 2014, s.176). Bu çalışmada oluşturulan bütün parça bütün öğrenme ortamında yer almayan bireyler hakkında genellemeler yapılmamıştır.

Geçmiş ve uygulama arasındaki etkileşim etkisi yapılan deneysel işlemin sonuçları belli bir zaman aralığıyla sınırlı olduğu için araştırmacı bulunan sonuçları geçmiş ve gelecek durumlara genelleyemez (Cresswell, 2014, s.176). Bu çalışmada bulunan sonuçlardan yola çıkılarak geçmiş ve gelecek durumlar hakkında genellemeler yapılmamıştır.

# BÖLÜM IV

# BULGULAR ve YORUM

Çalışmanın bu bölümünde, bulgular araştırmanın problemlerine ve alt problemlerine göre verilmiştir.

## 4.1. Birinci Alt Probleme Yönelik Bulgular

"Öğretmen adaylarının matematiğe yönelik inançları nasıldır?" şeklinde ifade edilen 1. Alt problem Q metoduyla incelenmiştir. Bu amaçla ilk önce Q kümesindeki ifadeler hazırlanmış ve ifadeler üzerinde gerekli düzenlemeler yapılarak 53 adet Q inançla ilgili ifadeyle Q kümesi hazırlanmıştır. Daha sonra bu ifadelerin her birine rastgele numaralar verilmiş ve öğretmen adaylarının okuyabilecekleri boyuttaki kartlara yazılmıştır. Öğretmen adaylarından bu ifadeleri belirlenen Q şablonuna göre sıralamaları istenmiş ve sıralamaların sonucunda ifadelerin üzerindeki numaraları Q şablonuna yazmaları istenmiştir. Öğretmen adaylarının hazırladığı Q dizgileri Schmlock (2002) tarafından geliştirilmiş olan istatistiksel paket programıyla analiz edilmiştir. Analiz sürecinde faktör yapılarını ortaya çıkarmak için centroid yöntemi ve teorik döndürme uygulanmıştır. Q dizgilerini benzer şekilde düzenleyen başka bir ifadeyle Q dizgileri arasında yüksek korelasyona sahip olan bireyler aynı faktör altında toplanmaktadır. Ortaya çıkarılan bu faktörlerin bireyleri incelenen konu hakkındaki görüşlerini yansıttıkları ve aynı faktörler altında toplanan bireylerin incelenen konu hakkında aynı görüşe sahip oldukları söylenebilir (Ramlo, 2016; Watts ve Stenner, 2005; Brown, 1980, s.208). Yapılan analize yönelik bulgular aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 20

*Katılımcılara Ait Faktör Yükleri*

| Katılımcılar | Faktör 1 (Geleneksel İnanç) | Faktör 2 (Geleneksel İnanç) Olmayan |
|---|---|---|
| Öğrenci 1 | -0.5686X* | 0.5248 |
| Öğrenci 2 | -0.5167X | 0.3119 |
| Öğrenci 3 | -0.4342 | 0.5457X |
| Öğrenci 4 | -0.4556 | 0.6761X |
| Öğrenci 5 | -0.6152X | 0.3510 |
| Öğrenci 6 | -0.6976X | 0.2695 |
| Öğrenci 7 | -0.4110 | 0.4282X |
| Öğrenci 8 | -0.4765 | 0.5436X |
| Öğrenci 9 | -0.3155 | 0.6631X |
| Öğrenci 10 | -0.4890 | 0.5179X |
| Öğrenci 11 | -0.3237 | 0.4109X |
| Öğrenci 12 | -0.3529 | 0.6657X |
| Öğrenci 13 | -0.4777 | 0.5133X |
| Öğrenci 14 | -0.4762X | 0.3423 |
| Öğrenci 15 | -0.6004X | 0.5486 |
| Öğrenci 16 | -0.7298X | 0.1023 |
| Öğrenci 17 | -0.3654 | 0.6629X |
| Öğrenci 18 | -0.6215X | 0.2688 |
| Öğrenci 19 | -0.4494 | 0.6012X |
| Öğrenci 20 | -0.6354X | -0.2688 |
| Öğrenci 21 | -0.6248X | 0.3743 |
| Öğrenci 22 | -0.5399 | 0.6850X |
| Öğrenci 23 | -0.6111X | 0.4940 |
| Öğrenci 24 | -0.2367 | 0.4958X |
| Öğrenci 25 | -0.7322X | 0.2779 |
| Öğrenci 26 | -0.4570 | 0.5438X |
| Öğrenci 27 | -0.3311 | 0.4408X |

*X işareti katılımcının hangi faktöre dâhil olduğunu göstermektedir.

Öğretmen adaylarının inançlarını belirlemek için yapılan bu çalışmada 53 ifade kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda 27 öğretmen adayının iki faktör altında toplandığı görülmektedir (Bkz. Tablo 20). Katılımcıların faktör yüklerinin yanında bulunan "X" işareti katılımcının hangi faktör yapısı dâhilinde olduğunu belirtmekte olup analiz sürecinde kullanılan yazılım tarafından belirtilmektedir. Faktör yükleri bu çalışmada $p<.01$ anlamlılık düzeyinde $\pm.35$ olarak hesaplanmıştır. Bu değerler $p<.05$ anlamlılık düzeyi için $1.96 * \frac{1}{\sqrt{N}}$ ve $p < 0.01$ anlamlılık düzeyi için $2.58 * \frac{1}{\sqrt{N}}$ formülü ile hesaplanmaktadır (Brown, 1980, s.284). Q kümesindeki ifade sayısını formüldeki "N" ile belirtilmektedir. Tablo 20'de gösterilen faktörlerin hangi inanç yapısına ait olduğu programın yaptığı analiz sonucunda ortaya çıkmamaktadır. Programın yaptığı analiz ile öğretmen adaylarının iki faktör altında toplandığını belirtilmekte ve hangi bireyin hangi faktör dâhilinde olduğunu faktör yüklerinin yanına "X" işareti ile ortaya konulmaktadır. Ortaya çıkan faktörlerin hangi inanç yapısına ait olduğuna yine programın vermiş olduğu Q kümesindeki ifadelerin analizleri ile ulaşılmıştır. Analiz sonuçlarında hangi ifadelerin hangi faktörler altında toplandığı, bu ifadelerin Q dizgilerindeki ortalama sıra değeri ve z puanları ayrıca faktörleri $p<.01$ veya $p<.05$ anlamlılık düzeyinde ayıran ifadeler verilmektedir. Burada ortaya çıkan faktörleri yorumlarken uç değerlerdeki ifadeler dikkate alınması (Zabala, 2014) temel bir unsur olduğundan bu çalışmada da ve +5, +4, +3 ve -5, -4, -3 teki ifadeler z puanları ile birlikte verilmiştir.

Tablo 21

*Faktör 1'e Ait En Yüksek Sıralama Değerine Sahip İfadeler ve z Değerleri*

| İfadeler | Q Dizgisindeki Sırası | z Değeri |
|---|---|---|
| 37) Sadece yetenekli kişiler matematiği öğrenir. | +5 | 2.269 |
| 44) Matematik problemlerinin çözümünde tek bir yol vardır. | +5 | 2.156 |
| 14) Matematik, en iyi ezberleyerek öğrenilir. | +4 | 2.128 |
| 10) Matematik birbiriyle ilişkisiz kurallar bütünüdür. | +4 | 1.968 |
| 35) Matematik gelişime açık değildir. | +4 | 1.776 |
| 45) Matematik anlaşılması zordur. | +4 | 1.507 |
| 40) Matematik değişmezdir. | +3 | 1.362 |
| 30) Matematik formüllerden oluşur. | +3 | 1.328 |
| 26) Matematiği bazı öğrenciler öğrenebilir bazı öğrenciler öğrenemez. | +3 | 1.324 |
| 20) Matematik kesindir. | +3 | 0.937 |
| 1) Matematik birbiriyle ilişkili bilgilerden oluşmakla birlikte aynı zamanda durağandır. | +3 | 0.836 |

Tablo 22

*Faktör 1'e Ait En Düşük Sıralama Değerine Sahip İfadeler ve z Değerleri*

| İfadeler | Q Dizgisindeki Sırası | z Değeri |
|---|---|---|
| 36) Matematik yaparak yaşayarak öğrenilir. | -5 | -1.323 |
| 13) Matematik geleceği şekillendirir. | -5 | -1.299 |
| 31) Matematik hayatımızın ayrılmaz bir parçasıdır. | -4 | -1.210 |
| 16) Matematik hem teorik olarak hem pratik yaparak öğrenilir. | -4 | -1.170 |
| 19) Matematik öğrenimi hem öğrenci merkezli hem öğretmen merkezlidir. | -4 | -1.103 |
| 25) Matematik nesnel sonuçlar verir. | -4 | -1.098 |
| 51) Matematik tahmin edemeyeceğimiz alanlarda bile vardır. | -3 | -1.096 |
| 52) Matematik problemlerin çözümünde işe yarayan sistematik bir düşünme biçimidir. | -3 | -1.078 |
| 43) Matematik bireyin çevresini tanımasını sağlar. | -3 | -1.025 |
| 46) Matematik diğer disiplinler için temel oluşturur. | -3 | -0.977 |
| 3) Matematik öğrenirken hem bireysel çalışmalar hem grup çalışmaları etkilidir | -3 | -0.969 |

Tablo 22'de görüldüğü gibi faktör 1 altında toplanan 12 öğretmen adayı "Sadece yetenekli kişiler matematik öğrenir." ve "Matematik problemlerini çözümünde tek bir yol vardır" maddelerini Q dizgisindeki en yüksek sıra değerine koymuşlardır. Ayrıca +4 sıra değerine z değerine göre büyükten küçüğe olacak şekilde "Matematik, en iyi ezberleyerek öğrenilir", "Matematik birbiriyle ilişkisiz kurallar bütünüdür", "Matematik gelişime açık değildir", "Matematik anlaşılması zordur" ifadelerini koymuşlardır. Ayrıca +3 sırasındaki ifadelere de bakılacak olursa üç ifadenin matematiğe yönelik geleneksel inanç kategorisinde, iki ifadenin de matematiğe yönelik geçiş dönemi inanç kategorisinde yer alan ifadeler olduğu görülmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının Q dizgisinde en düşük sıralara koydukları ifadelere de göz atılacak olursa -5 sırasına "Matematik yaparak yaşayarak öğrenilir", "Matematik geleceği şekillendirir" ifadelerini, -4 sırasına "Matematik hayatımızın ayrılmaz bir parçasıdır", "Matematik hem teorik olarak hem pratik yaparak öğrenilir", "Matematik öğrenimi hem öğrenci merkezli hem öğretmen merkezlidir", "Matematik nesnel sonuçlar verir" ifadelerini dizmişlerdir. -3 sırasında ise üç ifadenin matematiğe yönelik geleneksel

olmayan inanç kategorisine ait ve diğer iki ifadenin de matematiğe yönelik geçiş dönemi inanç kategorisine ait ifadeler olduğu görülmektedir. Bu ifadelerden -5 sırasındaki ifadeler geleneksel olmayan inanç kategorisine ait ifadeler olup 12 öğretmen adayının bu ifadelere benzer şekilde düşünmediklerini göstermektedir. Bir başka ifadeyle bu dağılım faktör 1 altında toplanan 12 öğretmen adayının matematiğe yönelik geleneksel inanca sahip olduklarının bir diğer göstergesidir. Ayrıca öğretmen adaylarının -4 sırasına geçiş dönemi inanç kategorisine ait iki ve geleneksel inanç kategorisine ait bir ifade olsa dahi geleneksel olmayan inanç ifadelerinin -5 sırasında yer aldıkları ve geleneksel inanca ait ifadelerin +5 ve +4 e sıralandıklarını dikkate alacak olursak 12 öğretmen adayının yaptığı Q dizgilerinin benzerliği ile ve aralarındaki korelasyon ile ortaya çıkan faktör 1'in geleneksel inancı temsil ettiği ve faktör 1 altında toplanan 12 öğretmen adayının matematiğe yönelik geleneksel inanca sahip oldukları söylenebilir.

Tablo 23

*Faktör 2' ye Ait En Yüksek Sıralama Değerine Sahip İfadeler ve z Değerleri*

| İfadeler | Q Dizgisindeki Sırası | z Değeri |
|---|---|---|
| 41) Matematik daha keşfedilmeyi bekleyen birçok bilgiyi içerir. | +5 | 1.926 |
| 31) Matematik hayatımızın ayrılmaz bir parçasıdır. | +5 | 1.773 |
| 36) Matematik yaparak yaşayarak öğrenilir. | +4 | 1.412 |
| 16) Matematik hem teorik olarak hem pratik yaparak öğrenilir. | +4 | 1.375 |
| 46) Matematik diğer disiplinler için temel oluşturur. | +4 | 1.334 |
| 49) Matematik öğrenirken öğrenci farklı yollar arasında ilişki kurar. | +4 | 1.245 |
| 51) Matematik tahmin edemeyeceğimiz alanlarda bile vardır. | +3 | 1.221 |
| 23) Matematik mantıksal bir çerçevede sayıların birbiriyle uyumudur. | +3 | 1.124 |
| 52) Matematik problemlerin çözümünde işe yarayan sistematik bir düşünme biçimidir. | +3 | 1.056 |
| 48) Matematik keşfederek öğrenilir. | +3 | 1.036 |
| 13) Matematik geleceği şekillendirir. | +3 | 0.993 |

Tablo 24

*Faktör 2'ye Ait En Düşük Sıralama Değerine Sahip İfadeler ve z Değerleri*

| İfadeler | Q Dizgisindeki Sırası | z Değeri |
|---|---|---|
| 44) Matematik problemlerinin çözümünde tek bir yol vardır. | -5 | -2.142 |
| 40) Matematik değişmezdir. | -5 | -2.103 |
| 35) Matematik gelişime açık değildir. | -4 | -1.799 |
| 37) Sadece yetenekli kişiler matematiği öğrenir. | -4 | -1.747 |
| 10) Matematik birbiriyle ilişkisiz kurallar bütünüdür. | -4 | -1.729 |
| 14) Matematik, en iyi ezberleyerek öğrenilir. | -4 | -1.645 |
| 15) Matematik ispat yapmaktır. | -3 | -1.097 |
| 20) Matematik kesindir. | -3 | -1.065 |
| 45) Matematik anlaşılması zordur. | -3 | -0.793 |
| 39) Matematik, en iyi bireysel çaba öğrenilir. | -3 | -0.792 |
| 2) Matematik, en iyi dersi dinleyerek öğrenilir. | -3 | -0.789 |

Tablo 23'te görüldüğü üzere faktör 2 altında toplanan 15 öğretmen adayı +5 "Matematik daha keşfedilmeyi bekleyen birçok bilgiyi içerir" ve "Matematik hayatımızın ayrılmaz bir parçasıdır" maddelerini Q dizgisindeki en yüksek sıra değeri olan +5'e dizmişlerdir. Ayrıca +4 sıra değerine sırasıyla "Matematik yaparak yaşayarak öğrenilir", "Matematik hem teorik olarak hem pratik yaparak öğrenilir", "Matematik diğer disiplinler için temel oluşturur", "Matematik öğrenirken öğrenci farklı yollar arasında ilişki kurar" ifadelerini koymuşlardır. +5 sırasında yer alan ifadelerin matematiğe yönelik geleneksel olmayan inanç kategorisine ait ifadeler olduğu ve +4 sırasında yer alan ifadelerden iki tanesi matematiğe yönelik geleneksel olmayan inanç kategorisinde ve diğer iki tanesi de geçiş dönemi inanç kategorisinde yer aldığı görülmektedir. Ayrıca +3 sırasındaki ifadelere de bakacak olursak üç ifadenin matematiğe yönelik geleneksel olmayan inanç kategorisinde, iki ifadenin de matematiğe yönelik geçiş dönemi inanç kategorisinde yer alan ifadeler olduğu görülmektedir. Bununla birlikte öğretmen adaylarının Q dizgisinde en düşük sıralara koydukları ifadelere de göz atılacak olunursa -5 sırasına "Matematik problemlerinin çözümünde tek bir yol vardır", "Matematik değişmezdir" ifadelerini, -4 sırasına "Matematik gelişime açık değildir", "Sadece yetenekli kişiler matematiği öğrenir", "Matematik birbiriyle

ilişkisiz kurallar bütünüdür", "Matematik, en iyi ezberleyerek öğrenilir" ifadelerini dizdikleri görülmektedir. -3 dizgi sırasında ise üç ifadenin matematiğe yönelik geleneksel olmayan inanç kategorisine ait ve diğer iki ifadenin de matematiğe yönelik geçiş dönemi inanç kategorisine ait ifadeler olduğu görülmektedir. Bu ifadelerden -5 sırasındaki ifadeler geleneksel inanç kategorisine ait ifadeler olup faktör 2 altında toplanan öğretmen adayının bu ifadelere benzer şekilde düşünmediklerini göstermektedir. Bir başka ifadeyle bu dağılım faktör 2 altında toplanan öğretmen adaylarının matematiğe yönelik geleneksel olmayan inanca sahip olduklarını göstermektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının -4 sırasına dizdikleri ifadelerin tamamı geleneksel inanç kategorisine ait ifadelerdir. Bu sonuçlar göz önüne alındığında faktör 2'nin geleneksel olmayan inanç yapısını temsil ettiği ve faktör 2 altında toplanan öğretmen adaylarının matematiğe yönelik geleneksel olmayan inanca sahip oldukları söylenebilir.

### 4.2. Çalışmada Yer Alan Verilerin İstatistiksel Analizi

Çalışmadaki araştırma sorularının test edilmesi için uygun istatistiksel yöntemin seçilmesi gerekmektedir. Hipotez testlerinde en önemli aşama uygun test istatistiğinin seçilmesi aşamasıdır (Alpar, 2014, s.195). Bağımlı değişkenin normal dağılıma uygun olup olmaması, sürekli veya kategorik olma durumu uygun test istatistiğinin seçilmesine etkili olan faktörlerdir (Büyüköztürk, 2018, s.7). Parametrik testlerin uygulanabilmesi için verilerin normal dağılım göstermesi ve farklı gruplardan geliyorsa grup varyanslarının da homojen olması gerekmektedir (Field, 2009, s326). Bu amaçla ilk önce ilgili verilerin normallik varsayımını karşılayıp karşılamadığına bakılmıştır. İlişkili örneklemler için t testinde verilerin normalliğinden kasıt fark (ön test- son test) puanlarının normalliğidir (Field, 2009, s326). Yani ilişkili örneklemler için normallik varsayımında ham verilerin değil fark puanlarının normalliğine bakılmalıdır (Field, 2009, s329). İlişkisiz örneklemler için t testinde ise her iki grup için bağımlı değişkene ait verilerin normal dağılım göstermesi gerekmektedir ve grup varyanslarının homojen olması gerekmektedir (Büyüköztürk, 2018, s.39). Normallik varsayımı birden fazla yöntemle sınanabilir. Bu yöntemlerden biri çarpıklık ve basıklık z puanı istatistiğidir (Field, 2009, s138). z puanı istatistiği çarpıklık ve basıklık değerlerinin çarpıklık ve basıklık standart hatasına bölünmesiyle bulunur (Tabachnick ve Fidell, 2013, s79). Elde edilen değer $p<.05$ için 1,96' dan, $p<.01$ için 2.58'den küçük olması durumunda verilerin normal dağılım gösterdiği söylenebilir (Field, 2009, s138). Fakat büyük

örneklemler için çarpıklık ve basıklık kritik değeri 2,58 alınmalı daha büyük örneklemler için veri dağılımının grafiksel olarak şekline bakılmalıdır çünkü büyük örneklemlerde normallikten küçük sapmalar dahi kritik değerin aşılmasına sebep olacaktır (Tabachnick ve Fidell, 2013, s80). Diğer bir yöntem de Shapiro Wilk ve Kolmogorov Simirnov testleridir. Shapiro Wilk ve Kolmogorov Simirnov testlerinin sonuçları $p>.05$ ise incelenen dağılım normal dağılımdan farklılık göstermemektedir fakat $p<.05$ ise incelenen dağılım normal dağılımdan anlamlı şekilde farklılık göstermektedir (Field, 2009, s144). Örneklem büyüklüğü 50'den fazla ise Kolmogorov Simirnov testi örneklem büyüklüğü 50'den az ise Shapiro Wilk testi ise kullanılmalıdır (Alpar, 2014, s. 159). Bu çalışmada verilerin normalliği örneklem büyüklüğü 50'den az olduğu için ve Kolmogorov Simirnov testine göre daha düzgün sonuçlar verdiği (Field, 2009, s. 546) için Shapiro Wilk testiyle kontrol edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının MYT toplam ön test son test puanları ve her bir modelleme yeterliği ön test son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığı ilişkili örneklemler t testi ve Wilcoxon işaretli sıralar testi ile sınanmıştır. Burada test istatistiği seçilirken modelleme yeterlikleri testi toplam ön test son test fark puanlarının ve her bir modelleme yeterliği ön test son test fark puanlarının normal dağılıma uygun şekilde dağılıp dağılmadığına bakılmıştır. Ön test son test fark puanları normal dağılıma uygun bir dağılım gösteriyorsa ön test ve son testler arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı ilişkili örneklemler t testi ile normal dağılıma uygun dağılım göstermiyorsa ön test ve son testler arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Wilcoxon işaretli sıralar testi ile sınanmıştır. Farklı inanç kategorilerindeki öğretmen adaylarının MYT son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı, iki bağımsız değişken olmasına rağmen, verilerin normalliği ve bağımsız değişkenlerin iki kategorili olması varsayımlarını karşılamadığından dolayı iki yönlü anova ile test edilmemiştir.

### 4.3. İkinci Alt Probleme Yönelik Bulgular

"Bütün-parça-bütün öğrenme modeli, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri ön test ve son test puanları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmakta mıdır?" araştırma sorusuna cevap aranmıştır. Bu amaçla ilk önce öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri testinden aldıkları toplam ön test son test fark puanlarının ve matematiksel modelleme yeterlikleri testi alt

yeterliklerden aldıkları ön test son test fark puanlarının normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro Wilk testi ile sınanmıştır.

Tablo 25

*Öğretmen Adaylarının MYT Ön Test ve Son Test Fark Puanları Shapiro Wilk Normallik Testi Sonuçları*

| MYT | Shapiro Wilk | *sd* | *p* |
|---|---|---|---|
| Toplam Puan | 0,944 | 27 | 0,153 |
| Problemi Yapılandırma Puanı | 0,964 | 27 | 0,453 |
| Matematiksel olarak ifade etme Puanı | 0,972 | 27 | 0,654 |
| Değişkenleri Belirleme Puanı | 0,683 | 27 | 0,000* |
| Matematiksel Çalışma Puanı | 0, 945 | 27 | 0,165 |
| Yorumlama ve Doğrulama Puanı | 0,965 | 27 | 0,478 |

*p<.05

Tablo 25'te görüldüğü gibi öğretmen adaylarının matematiksel MYT ön test son test fark puanları $W(27)=0.944$, $p>.05$, problemi yapılandırma yeterliği MYT ön test son test fark puanları $W(27)=0.964$, $p>.05$, matematiksel olarak ifade etme yeterliği MYT ön test son test fark puanları $W(27)=0.972$, $p>.05$, matematiksel çalışma yeterliği MYT ön test son test fark puanları $W(27)=0.945$, $p>.05$, yorumlama ve doğrulama yeterliği MYT ön test son test fark puanları $W(27)=0.965$, $p>.05$ normal dağılımdan anlamlı olarak farklılaşmadığı ve normal dağılıma uygun dağılım gösterirken değişkenleri belirleme yeterliği MYT ön test son test fark puanları $W(27)=0.683$, $p<.05$ normal dağılımdan anlamlı olarak farklılaştığı ve normal dağılıma uygun dağılım göstermediği görülmektedir.

MYT ön test son test fark puanları Shapiro Wilk normallik sınaması sonuçlarına göre matematiksel modelleme testi toplam ön test son test fark puanları, problemi yapılandırma yeterliği ön test son test fark puanları, matematiksel olarak ifade etme yeterliği ön test son test fark puanları, matematiksel çalışma yeterliği ön test son test fark puanları, yorumlama ve doğrulama yeterliği ön test son test fark puanları normal dağılımdan anlamlı olarak

farklılaşmadığından ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı parametrik test istatistiklerinden ilişkili örneklemler *t* testi ile sınanmıştır. Ayrıca Shapiro Wilk normallik sınaması sonuçlarına göre öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri testi (MYT) değişkenleri belirleme yeterliği ön test son test fark puanları normal dağılımdan anlamlı olarak farklılaştığı ve normal dağılıma uygun dağılım göstermediği için ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı parametrik olmayan test istatistiklerinden Wilcoxon işaretli sıralar testi ile sınanmıştır.

Tablo 26

*MYT Ön Test Son Test Karşılaştırılması İlişkili Örneklemler t Testi Sonuçları*

| MYT | Test | $\bar{x}$ | S | sd | t | p | r |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Toplam Puan | Ön-Test | 22.80 | 6.26 | 26 | 6,27 | .000* | 0,60 |
| | Son-Test | 29.45 | 8.16 | | | | |
| Problemi Yapılandırma | Ön-Test | 0,907 | 0,331 | 26 | -1,61 | .118 | - |
| | Son-Test | 1,06 | 0,441 | | | | |
| Matematiksel olarak ifade etme | Ön-Test | 1,17 | 0,517 | 26 | 0,094 | .926 | - |
| | Son-Test | 1,18 | 0,492 | | | | |
| Matematiksel Çalışma | Ön-Test | 1,53 | 0,53 | 26 | 1,84 | .076 | - |
| | Son-Test | 1,76 | 0,39 | | | | |
| Yorumlama Doğrulama | Ön-Test | 0,78 | 0,39 | 26 | 6,25 | .000* | 0,60 |
| | Son-Test | 1,42 | 0,44 | | | | |

*$p<.05$

Tablo 26 incelendiğinde holistik ve atomist modelleme yeterlikleri geliştirme yaklaşımlarının bütün parça bütün öğrenme modeli çerçevesinde beraber kullanılarak

oluşturulan öğrenme ortamında yapılan öğretimden sonra öğretmen adaylarının toplam ön test son test MYT puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık görülmektedir *t*(26)=6.27, *p*<.05, *r*=.60, %95 *GA*[4.4, 8.8]. Öğretmen adaylarının uygulama öncesi MYT puanı $\bar{x} = 22.80$ iken uygulama sonrasında $\bar{x} = 29.45$'e yükselmiştir. Bu bulgu holistik ve atomist modelleme yeterlileri geliştirme yaklaşımlarının bütün parça bütün öğrenme modeli çerçevesinde beraber kullanılarak oluşturulan öğrenme ortamının öğretmen adaylarının toplam matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmede önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca hesaplanan etki büyüklüğü kritik değer olan .50'den (Gravetter ve Wallnau, 2013, s.299) büyük olarak hesaplanmıştır. Buda geniş bir etkiyi yansıtmaktadır. Ayrıca Öğretmen adaylarının yorumlama ve doğrulama modelleme yeterliği MYT puan ortalamaları yapılan uygulama öncesinde $\bar{x} = 0{,}78$ iken uygulama sonrasında $\bar{x} = 1{,}42$'ye yükselmiştir. MYT ön test ve son test arasındaki bu puan artışı istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığı yansıtmaktadır *t*(26)= 6,25, *p*<.05, *r*=.60, %95 *GA*[0.42, 0.84]. Burada hesaplanan etki büyüklüğü kritik değer olan .50'den (Gravetter ve Wallnau, 2013, s.299) büyük olarak bulunmuştur. Buda geniş bir etkiyi yansıtmaktadır

Öğretmen adaylarının problemi yapılandırma modelleme yeterliği *t*(26)=1.61, *p*>.05, %95 *GA*[-0.04, 0.35]; matematiksel olarak ifade etme modelleme yeterliği *t*(26)=0.094, *p*>.05, %95 *GA*[-0.25, 0.28], matematiksel çalışma modelleme yeterliği *t*(26)=1,84, *p*>.05, %95 *GA*[-0.02, 0.49];ön test son test MYT puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (bkz. Tablo 26)

Tablo 27

*Öğretmen Adaylarının Değişkenleri Belirleme Yeterliği MYT Ön Test Son Test Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları*

| Son test-ön test | N | Sıra ortalaması | Sıra toplamı | z | p |
|---|---|---|---|---|---|
| Negatif Sıra | 5 | 3 | 15 | | |
| Pozitif Sıra | 5 | 8 | 40 | -1,292* | .196 |
| Eşit | 17 | | | | |

*p<.05* *Negatif sıralar temeline dayalı

Öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrasında matematiksel değişkenleri belirleme MYT ön test son test puanları arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığı Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları Tablo 27'de verilmiştir. Öğretmen adaylarının uygulama öncesi

($\bar{x} = 1{,}53$) ve sonrasında ($\bar{x} = 1{,}64$) değişkenleri belirleme modelleme yeterliği puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (z = -1,861, p>.05).

Bu bulgulara dayanarak holistik ve atomist modelleme yeterlileri geliştirme yaklaşımlarının bütün parça bütün öğrenme modeli çerçevesinde beraber kullanılarak oluşturulan öğrenme ortamının öğretmen adaylarının problemi yapılandırma matematiksel modelleme yeterliğini, matematiksel çalışma matematiksel modelleme yeterliğini, matematiksel olarak ifade etme matematiksel modelleme yeterliğini, değişkenleri belirleme matematiksel modelleme yeterliğini geliştirmede etkili olmadığı söylenebilir. Ayrıca holistik ve atomist modelleme yeterlileri geliştirme yaklaşımlarının bütün parça bütün öğrenme modeli çerçevesinde beraber kullanılarak oluşturulan öğrenme ortamının öğretmen adaylarının yorumlama ve doğrulama matematiksel modelleme yeterliğini geliştirmede etkili olduğu söylenebilir. Yorumlama ve doğrulama matematiksel modelleme yeterliği için hesaplanan etki büyüklüğü kritik değer olan .50'den büyük olarak hesaplanmıştır. Buda geniş bir etkiyi yansıtmaktadır.

### 4.4. Üçüncü Alt Probleme Yönelik Bulgular

Bu bölümde araştırmanın dördüncü alt probleme "Bütün-parça-bütün öğrenme modeli, farklı matematiksel inanç kategorilerindeki ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri son test puanları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmakta mıdır?" yönelik bulgulara yer verilmiştir. Bu amaca yönelik olarak öğretmen adaylarının ön testlerinin arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığı kontrol edildikten sonra verilerin normal dağılıma uygunluğu sınanmış ve farklı inanç kategorilerindeki öğretmen adaylarının MYT modelleme yeterlikleri son test puanları karşılaştırılmıştır.

Tablo 28

*Sahpiro Wilk Testi İle Öğretmen Adaylarının İnanç Kategorilerine Göre Matematiksel MYT Ön Test Puanları Normalliği Sonuçları*

| Matematiksel Modelleme Yeterlikleri | Gruplar | Testler | Shapiro Wilk | sd | p |
|---|---|---|---|---|---|
| MYT Toplam | Geleneksel İnanç | Ön Test | 0,855 | 12 | 0,042* |
| | Geleneksel Olmayan İnanç | Ön Test | 0,876 | 15 | 0,041* |
| Problemi Yapılandırma | Geleneksel İnanç | Ön Test | 0,866 | 12 | 0,058 |
| | Geleneksel Olmayan İnanç | Ön Test | 0,927 | 15 | 0,245 |
| Matematiksel olarak ifade etme | Geleneksel İnanç | Ön Test | 0,91 | 12 | 0,24 |
| | Geleneksel Olmayan İnanç | Ön Test | 0,91 | 15 | 0,16 |
| Değişkenleri Belirleme | Geleneksel İnanç | Ön Test | 0,67 | 12 | 0,00* |
| | Geleneksel Olmayan İnanç | Ön Test | 0,80 | 15 | 0,00* |
| Matematiksel Çalışma | Geleneksel İnanç | Ön Test | 0,80 | 12 | 0,01* |
| | Geleneksel Olmayan İnanç | Ön Test | 0,76 | 15 | 0,00* |
| Yorumlama ve Doğrulama | Geleneksel İnanç | Ön Test | 0,95 | 12 | 0,68 |
| | Geleneksel Olmayan İnanç | Ön Test | 0,92 | 15 | 0,25 |

*p<.05

Tablo 28'de belirtildiği gibi geleneksel inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının MYT toplam ön test $W(12)=0.855$, $p<.05$ puanlarının, değişkenleri belirleme ön test $W(12)=0.67$, $p<.05$ MYT puanlarının, matematiksel çalışma ön test $W(12)=0.80$, $p<.05$ MYT puanlarının normal dağılımdan anlamlı olarak farklılaştığı ve normal dağılıma uygun bir dağılım gösterirken problemi yapılandırma ön test $W(12)=0.866$, $p>.05$ MYT puanlarının, matematiksel olarak ifade etme ön test $W(12)=0.91$, $p>.05$ MYT puanlarının, yorumlama ve doğrulama ön test $W(12)=0.95$, $p>.05$ MYT puanlarının normal dağılımdan anlamlı olarak farklılaştığı ve normal dağılıma uygun olmayan bir dağılım gösterdiği görülmektedir.

Tablo 28'de belirtildiği gibi geleneksel olmayan inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının MYT toplam ön test $W(15)=0.876$, $p<.05$ puanlarının, değişkenleri belirleme ön test $W(15)=0.80$, $p<.05$ MYT puanlarının, matematiksel çalışma ön test $W(15)=0.76$, $p<.05$ MYT puanlarının normal dağılımdan anlamlı olarak farklılaştığı ve normal dağılıma uygun bir dağılım göstermediği ayrıca problemi yapılandırma ön test $W(15)=0.927$, $p>.05$ MYT puanlarının, matematiksel olarak ifade etme ön test $W(15)=0.91$, $p>.05$ MYT puanlarının, yorumlama ve doğrulama ön test $W(15)=0.92$, $p>.05$ MYT puanlarının normal dağılımdan anlamlı olarak farklılaşmadığı ve normal dağılıma uygun bir dağılım gösterdiği görülmektedir.

Geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının ve geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının problemi yapılandırma, matematiksel olarak ifade etme, yorumlama ve doğrulama MYT ön test ortalama puanları normal dağılımdan anlamlı olarak farklılaşmadığından öğretmen adaylarının ön testleri karşılaştırılırken parametrik test istatistiklerinden ilişkisiz örneklemler t testi kullanılmıştır. Farklı inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının problemi yapılandırma, matematiksel olarak ifade etme, yorumlama ve doğrulama MYT ön test puanları parametrik test istatistiklerinden ilişkisiz örneklemler t testi ile karşılaştırılabilmesi için grupların varyanslarının homojenliği Levene testi ile sınanmıştır. Geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının ve geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının toplam ön test, değişkenleri belirleme ön test, matematiksel çalışma ön test MYT puanları normal dağılımdan anlamlı olarak farklılaştığı için gruplar arası karşılaştırmalarda parametrik olmayan test istatistiklerinden Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Ayrıca veriler normal dağılım göstermediğinden ve

parametrik test istatistikleri kullanılamayacağından dolayı grup varyanslarının homojenliği test edilmemiştir.

Tablo 29

*Farklı İnanç Kategorisindeki Öğretmen Adaylarının Toplam Ön Test MYT Puanları Mann Whitney U Testi Sonuçları*

| Grup | n | Sıra Ortalaması | Sıra Toplamı | U | p |
|---|---|---|---|---|---|
| Geleneksel İnanç | 12 | 15,29 | 183,50 | 74,5 | 0,44 |
| Geleneksel Olmayan İnanç | 15 | 12,97 | 194,50 | | |

p<.05

Farklı inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının toplam ön test MYT puanları Mann Whitney U testi sonuçları Tablo 29'da verilmiştir. Bu sonuçlara göre geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının toplam MYT ön test puanları (Mdn = 25,00) geleneksel olmayan inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının toplam MYT ön test puanlarından (Mdn = 25,00) anlamlı olarak farklılaşmamaktadır, $U$=74,5, z = -,76, p>0. Bu sonuçlara göre farklı inanç kategorisinde (geleneksel - geleneksel olmayan) yer alan öğretmen adaylarının uygulamaya öncesi modelleme yeterlikleri açısından aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı söylenebilir.

Tablo 30

*Farklı İnanç Kategorisindeki Öğretmen Adaylarının Problemi Yapılandırma Modelleme Yeterliği Ön Test MYT Puanları Varyansların Homojenliği Levene Testi Sonuçları*

| Test | Levene İstatistiği | $sd_1$ | $sd_2$ | p |
|---|---|---|---|---|
| Ön | 0.117 | 1 | 25 | .736 |

p<.05

Tablo 30'da belirtilen Levene testinin sonuçlarından anlaşılacağı üzere farklı inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının problemi yapılandırma modelleme yeterliği MYT ön test ortalama puan $F(1,25)=0.117$, $p>.05$ varyansları birbirinden anlamlı olarak farklılaşmamaktadır.

Tablo 31

*Farklı İnanç Kategorisindeki (Geleneksel – Geleneksel Olmayan) Öğretmen Adaylarının Problemi Yapılandırma Modelleme Yeterliği MYT Ön Test Puanları İlişkisiz Örneklemler t Testi Sonuçları*

| MYT | N | $\bar{x}$ | S | sd | t | p |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Geleneksel İnanç | 12 | 0,94 | 0,34 | 25 | 0,512 | 0,613 |
| Geleneksel Olmayan İnanç | 15 | 0,87 | 0,33 | | | |

p<.05

Öğretmen adaylarının problemi yapılandırma modelleme yeterliği ön test MYT ortalama puanları farklı inanç kategorisine göre (geleneksel – geleneksel olmayan) anlamlı bir farklılık göstermemektedir $t(25)=0.512$, $p>.05$, %95, *GA*[-0.20, 0.33]. Geleneksel inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının problemi yapılandırma ön test ortalama MYT puanları ($\bar{x}$= 0,94) geleneksel olmayan inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının problemi yapılandırma ön test ortalama MYT puanlarından ($\bar{x}$= 0,87) daha yüksek olmasına rağmen aralarında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Bu bulgu doğrultusunda farklı inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının uygulama öncesi problemi yapılandırma modelleme yeterliği açısından denk oldukları söylenebilir.

Tablo *32*

*Farklı İnanç Kategorisindeki Öğretmen Adaylarının Matematiksel Olarak İfade Etme Modelleme Yeterliği Ön Test MYT Puanları Varyansların Homojenliği Levene Testi Sonuçları*

| Test | Levene İstatistiği | $sd_1$ | $sd_2$ | p |
|---|---|---|---|---|
| Ön | 0.895 | 1 | 25 | .353 |

p<.05

Tablo 32'de belirtilen Levene testinin sonuçlarından anlaşılacağı üzere farklı inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının matematiksel olarak ifade etme modelleme yeterliği MYT ön test ortalama puan $F(1,25)=0.895$, $p > .05$ varyansları birbirinden anlamlı olarak farklılaşmamaktadır.

Tablo 33

*Farklı İnanç Kategorisindeki (Geleneksel – Geleneksel Olmayan) Öğretmen Adaylarının Matematiksel Olarak İfade Etme Modelleme Yeterliği MYT Ön Test Puanları İlişkisiz Örneklemler t Testi Sonuçları*

| MYT | N | $\bar{x}$ | S | sd | t | p |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Geleneksel İnanç | 12 | 1,02 | 0,43 | 25 | -1,39 | 0,17 |
| Geleneksel Olmayan İnanç | 15 | 1,28 | 0,51 | | | |

p<.05

Öğretmen adaylarının matematiksel olarak ifade etme modelleme yeterliği ön test MYT ortalama puanları farklı inanç kategorilerine göre (geleneksel – geleneksel olmayan) anlamlı bir farklılık göstermemektedir $t(25)=-1,39$, $p>.05$, %95, $GA[-0.64, 0.12]$. Geleneksel olmayan inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının matematiksel olarak ifade etme ön test ortalama puanları ($\bar{x}=1,28$) geleneksel inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının matematiksel olarak ifade etme ön test ortalama puanlarından ($\bar{x}= 1,02$) daha yüksek olmasına rağmen aralarında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Bu bulgu doğrultusunda farklı inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının uygulama öncesi matematiksel olarak ifade etme modelleme yeterliği açısından denk oldukları söylenebilir.

Tablo 34

*Farklı İnanç Kategorisindeki (Geleneksel – Geleneksel Olmayan) Öğretmen Adaylarının Değişkenleri Belirleme Modelleme Yeterliği MYT Ön Test Puanları Mann – Whitney U Testi Sonuçları*

| Grup | n | Sıra Ortalaması | Sıra Toplamı | U | p |
|---|---|---|---|---|---|
| Geleneksel İnanç | 12 | 15,00 | 180,00 | 78,0 | 0,51 |
| Geleneksel Olmayan İnanç | 15 | 13,20 | 198,00 | | |

p<.05

Farklı inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının değişkenleri belirleme modelleme yeterliği MYT ön test ortalama puanları Mann – Whitney U testi sonuçları Tablo 34'te verilmiştir. Bu sonuçlara göre geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının değişkenleri belirleme ön test MYT ortalama puanları (Mdn = 2,00) geleneksel olmayan inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının değişkenleri belirleme ön test MYT ortalama puanlarından (Mdn=1,33) anlamlı olarak farklılaşmamaktadır, $U$=78,00, $z$=-,64, $p$>.05. Bu sonuçlara göre farklı inanç kategorisinde (geleneksel - geleneksel olmayan) yer alan öğretmen adaylarının uygulama öncesi değişkenleri belirleme modelleme yeterliği açısından birbirlerine denk oldukları söylenebilir.

Tablo 35
*Farklı İnanç Kategorisindeki (Geleneksel – Geleneksel Olmayan) Öğretmen Adaylarının Matematiksel Çalışma Modelleme Yeterliği Ön Test MYT Puanları Mann Whitney U Testi Sonuçları*

| Grup | n | Sıra Ortalaması | Sıra Toplamı | U | p |
|---|---|---|---|---|---|
| Geleneksel İnanç | 12 | 13,75 | 165,00 | 87,0 | 0,87 |
| Geleneksel Olmayan İnanç | 15 | 14,20 | 213,00 | | |

Farklı inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının matematiksel çalışma modelleme yeterliği ön test MYT ortalama puanları Mann – Whitney U testi sonuçları Tablo 46'da verilmiştir. Bu sonuçlara göre geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının matematiksel çalışma ön test MYT ortalama puanları (Mdn=1,66) geleneksel olmayan inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının matematiksel çalışma ön test MYT ortalama puanlarından (Mdn=1,66) anlamlı olarak farklılaşmamaktadır, $U$=87,00, $z$ = -.15, $p$>0,5. Bu sonuçlara göre farklı inanç kategorisinde (geleneksel - geleneksel olmayan) yer alan öğretmen adaylarının uygulamaya öncesi matematiksel çalışma modelleme yeterliği açısından birbirlerine denk oldukları söylenebilir.

Tablo 36

*Farklı İnanç Kategorisindeki Öğretmen Adaylarının Yorumlama ve Doğrulama Modelleme Yeterliği Ön Test MYT Puanları Varyansların Homojenliği Levene Testi Sonuçları*

| Testler | Levene İstatistiği | $sd_1$ | $sd_2$ | p |
|---|---|---|---|---|
| Ön | 0.17 | 1 | 25 | .897 |

p<.05

Tablo 36'da belirtilen Levene testinin sonuçlarına göre farklı inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının yorumlama ve doğrulama modelleme yeterliği MYT ön test ortalama puanları $F(1,25)=0.17$, $p>.05$ için grupların varyansları birbirinden anlamlı olarak farklılaşmamaktadır.

Tablo 37

*Farklı İnanç Kategorisindeki (Geleneksel – Geleneksel Olmayan) Öğretmen Adaylarının Yorumlama ve Doğrulama Modelleme Yeterliği Ön Test MYT Puanları İlişkisiz Örneklemler t Testi Sonuçları*

| MYT | N | $\bar{x}$ | S | sd | t | p |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Geleneksel İnanç | 12 | 0,88 | 0,39 | 25 | 1,10 | 0,28 |
| Geleneksel Olmayan İnanç | 15 | 0,71 | 0,38 | | | |

p<.05

Öğretmen adaylarının yorumlama ve doğrulama modelleme yeterliği ön test MYT ortalama puanları farklı inanç kategorilerine göre (geleneksel – geleneksel olmayan) anlamlı bir farklılık göstermemektedir $t(25)=1,10$, $p>.05$, %95, $GA$[-0.14, 0.47]. Geleneksel inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının yorumlama ve doğrulama modelleme yeterliği ön test ortalama puanları ($\bar{x}$= 0,88) geleneksel olmayan inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının yorumlama ve doğrulama modelleme yeterliği ön test ortalama puanlarından ($\bar{x}$= 0,71) daha yüksek olmasına rağmen aralarında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Bu bulgu doğrultusunda farklı inanç kategorilerindeki öğretmen adaylarının uygulama öncesi yorumlama ve doğrulama modelleme yeterliği açısından denk oldukları söylenebilir.

Tablo 38

*Sahpiro Wilk Testi İle Öğretmen Adaylarının İnanç Kategorilerine Göre Son Test MYT Puanları Normalliği Sonuçları*

| Matematiksel Modelleme Yeterlikleri | Gruplar | Testler | Shapiro Wilk | sd | p |
|---|---|---|---|---|---|
| MYT Toplam | Geleneksel İnanç | Son Test | 0,859 | 12 | 0,048* |
| | Geleneksel Olmayan İnanç | Son Test | 0,883 | 15 | 0,053 |
| Problemi Yapılandırma | Geleneksel İnanç | Son Test | 0,906 | 12 | 0,187 |
| | Geleneksel Olmayan İnanç | Son Test | 0,975 | 15 | 0,927 |
| Matematiksel olarak ifade etme | Geleneksel İnanç | Son Test | 0,88 | 12 | 0,09 |
| | Geleneksel Olmayan İnanç | Son Test | 0,92 | 15 | 0,23 |
| Değişkenleri Belirleme | Geleneksel İnanç | Son Test | 0,60 | 12 | 0,00* |
| | Geleneksel Olmayan İnanç | Son Test | 0,77 | 15 | 0,00* |
| Matematiksel Çalışma | Geleneksel İnanç | Son Test | 0,66 | 12 | 0,00* |
| | Geleneksel Olmayan İnanç | Son Test | 0,71 | 15 | 0,00* |
| Yorumlama ve Doğrulama | Geleneksel İnanç | Son Test | 0,90 | 12 | 0,16 |
| | Geleneksel Olmayan İnanç | Son Test | 0,85 | 15 | 0,01* |

*p<.05

Tablo 38'de belirtildiği gibi geleneksel inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının son test $W(12)=0.859$, $p<.05$ MYT toplam puanlarının, değişkenleri belirleme son test

$W(12)=0.60$, $p<.05$ MYT ortalama puanlarının, matematiksel çalışma son test $W(12)=0.66$, $p<.05$ MYT ortalama puanlarının normal dağılımdan anlamlı olarak farklılaştığı ve normal dağılıma uygun bir dağılım göstermediği ayrıca problemi yapılandırma son test $W(12)=0.906$, $p>.05$ MYT ortalama puanlarının, matematiksel olarak ifade etme son test $W(12)=0.88$, $p>.05$ MYT ortalama puanlarının, yorumlama ve doğrulama son test $W(12)=0.90$, $p>.05$ ortalama puanlarının normal dağılımdan anlamlı olarak farklılaşmadığı ve normal dağılıma uygun bir dağılım gösterdiği görülmektedir.

Tablo 38'de belirtildiği gibi geleneksel olmayan inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının son test MYT toplam puanlarının $W(15)=0.883$, $p>.05$, problemi yapılandırma son test $W(15)=0.975$, $p>.05$ MYT ortalama puanlarının, matematiksel olarak ifade etme son test $W(15)=0.92$, $p>.05$ MYT ortalama puanlarının normal dağılımdan anlamlı olarak farklılaşmadığı ve normal dağılıma uygun bir dağılım gösterdiği ayrıca değişkenleri belirleme son test $W(15)=0.77$, $p<.05$ MYT ortalama puanlarının, matematiksel çalışma son test $W(15) = 0.71$, $p<.05$ MYT ortalama puanlarının, yorumlama ve doğrulama son test $W(15)=0.85$, $p<.05$ ortalama puanlarının normal dağılımdan anlamlı olarak farklılaştığı ve normal dağılıma uygun olmayan bir dağılım gösterdiği görülmektedir.

Geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının ve geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının problemi yapılandırma, matematiksel olarak ifade etme MYT son test ortalama puanları normal dağılımdan anlamlı olarak farklılaşmadığından öğretmen adaylarının son testleri karşılaştırılırken parametrik test istatistiklerinden ilişkisiz örneklemler t testi kullanılmıştır. Farklı inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının problemi yapılandırma, matematiksel olarak ifade etme, yorumlama ve doğrulama MYT son test puanları parametrik test istatistiklerinden ilişkisiz örneklemler t testi ile karşılaştırılabilmesi için grupların varyanslarının homojenliği Levene testi ile sınanmıştır. Geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının toplam son test, geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının ve geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının değişkenleri belirleme son test, matematiksel çalışma son test MYT puanları, geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının yorumlama ve doğrulama son test MYT puanları normal dağılımdan anlamlı olarak farklılaştığı için gruplar arası karşılaştırmalarda parametrik olmayan test istatistiklerinden Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Ayrıca veriler normal dağılım göstermediğinden ve parametrik test

istatistikleri kullanılamayacağından dolayı grup varyanslarının homojenliği test edilmemiştir.

Tablo 39

*Farklı İnanç Kategorisindeki (Geleneksel - Geleneksel Olmayan) Öğretmen Adaylarının Modelleme Yeterlikleri Toplam Son Test MYT Puanları Karşılaştırması Mann Whitney U Testi Sonuçları*

| Grup | n | Sıra Ortalaması | Sıra Toplamı | U | p | r |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Geleneksel İnanç | 12 | 10,54 | 126,50 | 48,5 | 0,04 | 0,39 |
| Geleneksel Olmayan İnanç | 15 | 16,77 | 251,50 | | | |

p<.05

Farklı inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının modelleme yeterlikleri toplam son test MYT puanları Mann – Whitney U testi sonuçları Tablo 39'da verilmiştir. Bu sonuçlara göre geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının ön test toplam MYT puanları (Mdn = 28,50) geleneksel olmayan inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının toplam son test MYT puanlarından (Mdn = 33,00) anlamlı olarak farklılaşmaktadır, $U$=48,5, $z$ = -2,03, $p$<.05, $r$= 0,39. Etki büyüklüğü orta derece etkiyi yansıtan ölçüt 0,3-0,5 (Field, 2009, s.550) değer aralığında olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda farklı inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının sıra ortalamaları dikkate alındığında geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının modelleme yeterliklerinin geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarına göre anlamlı şekilde daha fazla geliştiği söylenebilir. Uygulama sonrasında iki grup arasındaki bu farklılık ise orta derecede bir etkiyi yansıtmaktadır.

Tablo 40

*Farklı İnanç Kategorisindeki Öğretmen Adaylarının Problemi Yapılandırma Modelleme Yeterliği Son Test MYT Puanları Varyansların Homojenliği Levene Testi Sonuçları*

| Testler | Levene İstatistiği | $sd_1$ | $sd_2$ | p |
|---|---|---|---|---|
| Son | 0.148 | 1 | 25 | .703 |

p<.05

Tablo 40'ta belirtilen Levene testinin sonuçlarına göre problemi yapılandırma modelleme yeterliği son test MYT ortalama puanları $F(1,25)= 0.148$, $p>.05$ için grupların varyansları birbirinden anlamlı olarak farklılaşmamaktadır.

Tablo 41

*Farklı İnanç Kategorisindeki Öğretmen Adaylarının Problemi Yapılandırma Modelleme Yeterliği Son Test MYT Puanları İlişkisiz Örneklemler t Testi Sonuçları*

| MYT | N | $\bar{x}$ | S | sd | t | p |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Geleneksel İnanç | 12 | 1,01 | 0,41 | 25 | 0,496 | 0,624 |
| Geleneksel Olmayan İnanç | 15 | 1,10 | 0,47 | | | |

p<.05

Öğretmen adaylarının problemi yapılandırma modelleme yeterliği son test ortalama puanları farklı inanç kategorilerine göre (geleneksel – geleneksel olmayan) anlamlı bir farklılık göstermemektedir $t(25)=0.496$, $p>.05$, %95, $GA[-0.44, 0.27]$. Geleneksel olmayan inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının problemi yapılandırma son test MYT ortalama puanları ($\bar{x}= 1,10$) geleneksel inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının problemi yapılandırma son test MYT ortalama puanlarından ($\bar{x}= 1,01$) daha yüksek olmasına rağmen aralarında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Bu bulgular doğrultusunda farklı inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının uygulama sonrasında problemi yapılandırma modelleme yeterliği gelişimlerinin benzer seviyede olduğu söylenebilir.

Tablo 42

*Farklı İnanç Kategorisindeki Öğretmen Adaylarının Matematiksel Olarak İfade Etme Modelleme Yeterliği Son Test MYT Puanları Varyansların Homojenliği Levene Testi Sonuçları*

| Testler | Levene İstatistiği | $sd_1$ | $sd_2$ | p |
|---|---|---|---|---|
| Son | 1.23 | 1 | 25 | .27 |

p<.05

Tablo 42'de görüldüğü gibi Levene testinin sonuçlarına göre matematiksel olarak ifade etme matematiksel modelleme yeterliği son test ortalama MYT puanları $F(1,25) = 1.23$, $p>.05$ için grupların varyansları birbirinden anlamlı olarak farklılaşmamaktadır.

Tablo 43

*Farklı İnanç Kategorisindeki (Geleneksel – Geleneksel Olmayan) Öğretmen Adaylarının Matematiksel olarak ifade etme Modelleme Yeterliği Son Test MYT Puanları İlişkisiz Örneklemler t Testi Sonuçları*

| MYT | N | $\bar{x}$ | S | sd | t | p |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Geleneksel İnanç | 12 | 1,00 | 0,56 | 25 | 1,72 | 0,09 |
| Geleneksel Olmayan İnanç | 15 | 1,33 | 0,43 | | | |

p<.05

Öğretmen adaylarının matematiksel olarak ifade etme modelleme yeterliği son test ortalama MYT puanları farklı inanç kategorilerine göre (geleneksel – geleneksel olmayan) anlamlı bir farklılık göstermemektedir $t(25)= 1,72$, $p>.05$, %95, $GA[-0.73, 0.06]$. Geleneksel olmayan inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının matematiksel olarak ifade etme son test ortalama MYT puanları ($\bar{x}= 1,33$) geleneksel inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının matematiksel olarak ifade etme son test ortalama MYT puanlarından ($\bar{x}= 1,00$) daha yüksek olmasına rağmen aralarında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Bu bulgular doğrultusunda farklı inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının uygulama sonrasında matematiksel olarak ifade etme modelleme yeterliği gelişimlerinin benzer seviyede olduğu söylenebilir.

Tablo 44

*Farklı İnanç Kategorisindeki (Geleneksel – Geleneksel Olmayan) Öğretmen Adaylarının Değişkenleri Belirleme Modelleme Yeterliği Son Test MYT Puanları Mann – Whitney U Testi Sonuçları*

| Grup | n | Sıra Ortalaması | Sıra Toplamı | U | p |
|---|---|---|---|---|---|
| Geleneksel İnanç | 12 | 14,96 | 179,50 | 78,5 | 0,51 |
| Geleneksel Olmayan İnanç | 15 | 13,23 | 198,50 | | |

p<.05

Farklı inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının değişkenleri belirleme modelleme yeterliği son test ortalama MYT puanları Mann – Whitney U testi sonuçları Tablo 44'te verilmiştir. Bu sonuçlara göre geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının değişkenleri belirleme son test ortalama MYT puanları (Mdn = 2,00) geleneksel olmayan inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının değişkenleri belirleme son test ortalama MYT puanlarından (Mdn = 2,00) anlamlı olarak farklılaşmamaktadır, $U$=78,5, $z$ = -0,64, $p$ >.05. Bu sonuçlar doğrultusunda uygulama sonrasında geleneksel olmayan inanç kategorisinde yer alan öğretmen adayları ile geleneksel inanç kategorisinde öğretmen adaylarının değişkenleri belirleme modelleme yeterliği gelişimlerinin benzer seviyede olduğu söylenebilir.

Tablo 45

*Farklı İnanç Kategorisindeki (Geleneksel – Geleneksel Olmayan) Öğretmen Adaylarının Matematiksel Çalışma Modelleme Yeterliği MYT Son Test Puanları Mann – Whitney U Testi Sonuçları*

| Grup | n | Sıra Ortalaması | Sıra Toplamı | U | p |
|---|---|---|---|---|---|
| Geleneksel İnanç | 12 | 13,58 | 163,00 | 85,0 | 0,77 |
| Geleneksel Olmayan İnanç | 15 | 14,33 | 215,00 | | |

p<.05

Farklı inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının matematiksel çalışma modelleme yeterliği son test ortalama MYT puanları Mann – Whitney U testi sonuçları Tablo 45'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının matematiksel çalışma son test ortalama MYT puanları (Mdn = 2,00) geleneksel olmayan inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının matematiksel çalışma son test ortalama MYT puanlarından (Mdn = 2,00) anlamlı olarak farklılaşmamaktadır, $U$=85,0, $z$ = -0,28, $p$ >.05. Bu sonuçlar doğrultusunda uygulama sonrasında geleneksel olmayan inanç kategorisinde yer alan öğretmen adayları ile geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının matematiksel çalışma modelleme yeterliği gelişimlerinin benzer seviyede olduğu söylenebilir.

Tablo 46

*Farklı İnanç Kategorisindeki (Geleneksel – Geleneksel Olmayan) Öğretmen Adaylarının Yorumlama ve Doğrulama Modelleme Yeterliği Son Test Puanları Mann – Whitney U Testi Sonuçları*

| Grup | n | Sıra Ortalaması | Sıra Toplamı | U | p | r |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Geleneksel İnanç | 12 | 10,21 | 122,50 | 44,5 | 0,02* | 0,44 |
| Geleneksel Olmayan İnanç | 15 | 17,13 | 255,50 | | | |

*p<.05

Farklı inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının yorumlama ve doğrulama modelleme yeterliği son test MYT ortalama puanları Mann – Whitney U testi sonuçları Tablo 46'da verilmiştir. Bu sonuçlara göre geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının yorumlama ve doğrulama son test ortalama MYT puanları (Mdn = 1,35) geleneksel olmayan inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının yorumlama ve doğrulama son test ortalama MYT puanlarından (Mdn = 1,71) anlamlı olarak farklılaşmaktadır, $U$=44,5, $z$= -2,25, $p$ <.05, $r$= 0,44. Bu farklılaşma gelenesel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adayları lehindedir. Etki büyüklüğü orta derece etkiyi yansıtan ölçüt 0,3-0,5 (Field, 2009, s.550) değer aralığında olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda farklı inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının sıra ortalamaları dikkate alındığında geleneksel olmayan inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının yorumlama ve doğrulama modelleme yeterlikliğinin geleneksel inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarına göre

anlamlı şekilde daha fazla geliştiği söylenebilir. Uygulama sonrasında iki grup arasındaki bu farklılık ise orta derecede bir etkiyi yansıtmaktadır.

### 4.5. Dördüncü Alt Probleme Yönelik Bulgular

Bu bölümde araştırmanın beşinci alt probleme "Bütün-parça-bütün öğrenme modeli, farklı matematiksel inanç kategorilerindeki ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmakta mıdır?" yönelik bulgulara yer verilmiştir. Bu amaca yönelik olarak verilerin normal dağılıma uygunluğu sınandıktan sonra farklı inanç kategorilerindeki öğretmen adaylarının MYT toplam ön test son test puanları ve MYT modelleme yeterlikleri ön test son test puanları karşılaştırılmıştır.

Tablo 47

*Geleneksel İnanç Kategorisindeki Öğretmen Adaylarının Ön Test Son Test MYT Fark Puanları Shapiro Wilk Normallik Testi Sonuçları*

| MYT | Shapiro Wilk | sd | p |
|---|---|---|---|
| Toplam Ön Test Son Test | 0,827 | 12 | 0,019* |
| Problemi Yapılandırma | 0,923 | 12 | 0,308 |
| Matematiksel olarak ifade etme | 0,833 | 12 | 0,095 |
| Değişkenleri Belirleme | 0,583 | 12 | .000* |
| Matematiksel Çalışma | 0,856 | 12 | .044* |
| Yorumlama ve Doğrulama | 0,936 | 12 | 0,444 |

*$p<.05$

Tablo 47'de görüldüğü gibi geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikler toplam ön test son test MYT fark puanlarının $W(12)=0.827$, $p<.05$, değişkenleri belirleme matematiksel modelleme yeterliği ön test son test MYT fark puanlarının $W(12)=0.827$, $p<.05$, matematiksel çalışma matematiksel modelleme yeterliği ön test son test MYT fark puanlarının $W(12)=0.856$, $p<.05$, normal

dağılımdan anlamlı olarak farklılaştığı ve normal dağılıma uygun bir dağılım göstermediği ayrıca problemi yapılandırma matematiksel modelleme yeterliği ön test son test MYT fark puanlarının $W(12)=0.923$, $p>.05$, matematiksel olarak ifade etme matematiksel modelleme yeterliği ön test son test MYT fark puanlarının $W(12)=0.833$, $p>.05$, yorumlama ve doğrulama matematiksel modelleme yeterliği ön test son test MYT fark puanlarının $W(12)=0.936$, $p>.05$, normal dağılımdan anlamlı olarak farklılaşmadığı ve normal dağılıma uygun bir dağılım gösterdiği görülmektedir (bkz. Tablo 47).

Geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri toplam ön test son test MYT fark puanları, değişkenleri belirleme matematiksel modelleme yeterliği ön test son test MYT fark puanları, matematiksel çalışma matematiksel modelleme yeterliği ön test son test MYT fark puanları normal dağılımdan anlamlı olarak farklılaştığından dolayı ön test ve son test MYT puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Wilcoxon işaretli sıralar testi ile sınanmıştır. Ayrıca geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının problemi yapılandırma modelleme yeterliği ön test son test MYT fark puanları, matematiksel olarak ifade etme matematiksel modelleme yeterliği ön test son test MYT fark puanları, yorumlama ve doğrulama matematiksel modelleme yeterliği ön test son test MYT fark puanları normal dağılımdan anlamlı olarak farklılaşmadığından dolayı ön test ve son test MYT puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı parametrik test istatistiklerinden ilişkili örneklemler t testi ile sınanmıştır.

Tablo 48

*Geleneksel İnanç Kategorisindeki Öğretmen Adaylarının Modelleme Yeterlikleri Ön Test Son Test MYT Puanları Farkı Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları*

| Matematiksel Modelleme Yeterlikleri | Son test-ön test | N | Sıra ortalaması | Sıra toplamı | z | p |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Toplam Puan | Negatif Sıra | 3 | 5,17 | 15,50 | -1,861* | .070 |
| | Pozitif Sıra | 9 | 6,94 | 62,50 | | |
| | Eşit | 0 | | | | |
| Değişkenleri Belirleme | Negatif Sıra | 2 | 1,50 | 3,00 | 0,00* | 1,00 |
| | Pozitif Sıra | 1 | 3,00 | 3,00 | | |
| | Eşit | 9 | | | | |
| Matematiksel Çalışma | Negatif Sıra | 4 | 8,00 | 32,00 | -0,09* | 0,929 |
| | Pozitif Sıra | 7 | 4,86 | 34,00 | | |
| | Eşit | 1 | | | | |

*p<.05* *Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 48'de belirtildiği gibi geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adayları matematiksel modelleme yeterlikleri toplam ön test son test MYT puanları ($z$=-1,861, p>.05); değişkenleri belirleme modelleme yeterliği ön test son test MYT ($z$=0.00, p>.05); matematiksel çalışma modelleme yeterliği ön test son test MYT puanları ($z$=-0.09, p>.05).arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır

Bu bulgulara dayanarak holistik ve atomist modelleme yeterlikleri geliştirme yaklaşımlarının bütün-parça-bütün öğrenme modeline göre beraber kullanılarak oluşturulan öğrenme ortamında geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının uygulama sonrası ve uygulama öncesi matematiksel modelleme yeterliği toplam MYT puanları, değişkenleri belirleme matematiksel modelleme yeterliği MYT puanları, matematiksel çalışma matematiksel modelleme yeterliği MYT puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı söylenebilir.

Tablo 49

*Geleneksel İnanç Kategorisindeki Öğretmen Adaylarının Modelleme Yeterlikleri Ön Test Son Test Karşılaştırılması İlişkili Örneklemler t Testi Sonuçları*

| Matematiksel Modelleme Yeterliği | MYT | N | $\bar{x}$ | S | sd | t | p | r |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Problemi Yapılandırma | Ön Test | 12 | 0,94 | 0,34 | 11 | -0,49 | 0,62 | - |
| | Son Test | 12 | 1,01 | 0,41 | | | | |
| Matematiksel Olarak İfade Etme | Ön Test | 12 | 1,02 | 0,43 | 11 | 0,19 | 0,85 | - |
| | Son Test | 12 | 1,00 | 0,56 | | | | |
| Yorumlama ve Doğrulama Puanı | Ön Test | 12 | 0,88 | 0,39 | 11 | -2,21 | 0,049* | 0,55 |
| | Son Test | 12 | 1,17 | 0,45 | | | | |

**p<.05*

Tablo 49 incelendiğinde holistik ve atomist modelleme yeterlikleri geliştirme yaklaşımlarının bütün parça bütün öğrenme modeli çerçevesinde beraber kullanılması ile oluşturulan öğrenme ortamında yapılan öğretim sonrasında geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının problemi yapılandırma modelleme yeterliği ön test son test puan ortalamaları arasında *t*.(11)=-.49, p>.05, %95 *GA*[-0.37,0.23]; matematiksel olarak ifade etme modelleme yeterliği ön test son test MYT puan ortalamaları arasında *t*(11)=0,19, *p*>.05, %95 *GA*[-0.34, 0.29] anlamlı bir farklılık olmadığı görülmemektedir

Bu bulgulara dayanarak holistik ve atomist modelleme yeterlileri geliştirme yaklaşımlarının bütün parça bütün öğrenme modeli çerçevesinde beraber kullanılarak oluşturulan öğrenme ortamında geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının problemi yapılandırma modelleme yeterliği MYT puan ortalamalarını artırmalarına rağmen ön test ve son test MYT puanları arasındaki bu artışın istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı söylenebilir. Ayrıca matematiksel olarak ifade etme modelleme yeterliği yeterliği puanlarında 0.02 puanlık bir düşüş olmuştur. Öğretmen adaylarının matematiksel olarak ifade etme modelleme yeterliği ön test ve son test puanlarının birbirine çok yakın olduğu ve aralarındaki farkın sadece 0.02 puan olduğu dikkate alındığında bu düşüş göz ardı edilebilir.

Tablo 49 incelendiğinde holistik ve atomist modelleme yeterlikleri geliştirme yaklaşımlarının bütün parça bütün öğrenme modeli çerçevesinde beraber kullanılması ile oluşturulan öğrenme ortamında yapılan öğretimden sonra geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının yorumlama ve doğrulama modelleme yeterliği ön test son test MYT puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir $t(11)=-2.21$, $p<.05$, $r=.55$, %95 *GA*[-5.93, -0.001]. Öğretmen adaylarının uygulama öncesi yorumlama ve doğrulama modelleme yeterlikleri MYT puan ortalaması $\bar{x} = 0{,}88$ iken uygulama sonrasında $\bar{x} = 1{,}17$'ye yükselmiştir. Bu bulguya dayanarak holistik ve atomist modelleme yeterlikleri geliştirme yaklaşımlarının bütün-parça-bütün öğrenme modeline göre beraber kullanılarak oluşturulan öğrenme ortamında geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının yorumlama doğrulama modelleme yeterliğini etkili şekilde geliştirdikleri söylenebilir. Ayrıca etki büyüklüğü .50'den (Field, 2009, s.333) büyük olarak hesaplanmıştır. Fakat güven aralıklarına bakıldığında (%95, *GA*[-5.93, -0.001]) güven aralığının üst sınırının 0'a çok yakın olduğu görülmektedir.

Tablo 50

*Geleneksel Olmayan İnanç Kategorisindeki Öğretmen Adaylarının Modelleme Yeterlikleri Ön Test Son Test MYT Fark Puanları Shapiro Wilk Normallik Testi Sonuçları*

| MYT | Shapiro Wilk | sd | p |
|---|---|---|---|
| Toplam Ön Test Son Test | 0,900 | 15 | 0,097 |
| Problemi Yapılandırma | 0,937 | 15 | 0,341 |
| Matematiksel olarak ifade etme | 0,970 | 15 | 0,856 |
| Değişkenleri Belirleme | 0,758 | 15 | 0,001* |
| Matematiksel Çalışma | 0,796 | 15 | 0,03* |
| Yorumlama ve Doğrulama | 0,934 | 15 | 0,308 |

*$p<.05$

Tablo 50'de görüldüğü gibi geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının modelleme yeterliği toplam ön test son test MYT fark puanlarının $W(15)=0.900$, $p>.05$, problemi yapılandırma modelleme yeterliği ön test son test MYT fark puanlarının

$W(15)=0.937$, $p>.05$, matematiksel olarak ifade etme modelleme yeterliği ön test son test MYT fark puanlarının $W(15)=0.970$, $p>.05$, yorumlama ve doğrulama modelleme yeterliği ön test son test MYT fark puanlarının $W(15) = 0.934$, $p>.05$, normal dağılımdan anlamlı olarak farklılaşmadığı ve normal dağılıma uygun bir dağılım gösterdiği ayrıca değişkenleri belirleme modelleme yeterliği ön test son test MYT fark puanlarının $W(15)=0.758$, $p <.05$, matematiksel çalışma modelleme yeterliği ön test son test MYT fark puanlarının $W(15)=0.796$, $p<.05$, normal dağılımdan anlamlı olarak farklılaştığı ve normal dağılıma uygun olmayan bir dağılım gösterdiği görülmektedir.

Geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri toplam ön test son test MYT fark puanları, problemi yapılandırma modelleme yeterliği ön test son test MYT fark puanları, matematiksel olarak ifade etme matematiksel modelleme yeterliği ön test son test MYT fark puanları, yorumlama ve doğrulama matematiksel modelleme yeterliği ön test son test MYT fark puanları normal dağılımdan anlamlı olarak farklılaşmadığından dolayı ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı parametrik test istatistiklerinden ilişkili örneklemler t testi ile sınanmıştır. Ayrıca geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının, değişkenleri belirleme matematiksel modelleme yeterliği ön test son test MYT fark puanları, matematiksel çalışma matematiksel modelleme yeterliği ön test son test MYT fark puanları normal dağılımdan anlamlı olarak farklılaştığından dolayı ön test ve son test MYT puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Wilcoxon işaretli sıralar testi ile sınanmıştır.

Tablo 51
*Geleneksel Olmayan İnanç Kategorisindeki Öğretmen Adaylarının Modelleme Yeterlikleri Ön Test Son Test MYT Puanları Karşılaştırılması İlişkili Örneklemler t Testi Sonuçları*

| Matematiksel Modelleme Yeterliği | MYT | N | $\bar{x}$ | S | sd | t | p | r |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Toplam Ön Test Son Test | Ön Test | 15 | 22,8 | 3,77 | 14 | -7,16 | 0,00* | 0,88 |
| | Son Test | 15 | 32,4 | 4,42 | | | | |
| Problemi Yapılandırma | Ön Test | 15 | 0,87 | 0,33 | 14 | -1,68 | 0,11 | - |
| | Son Test | 15 | 1,10 | 0,47 | | | | |
| Matematiksel olarak ifade etme | Ön Test | 15 | 1,28 | 0,51 | 14 | -0,211 | 0,83 | - |
| | Son Test | 15 | 1,33 | 0,43 | | | | |
| Yorumlama ve Doğrulama | Ön Test | 15 | 0,71 | 0,38 | 14 | -8,473 | 0,00* | 0,91 |
| | Son Test | 15 | 1,61 | 0,25 | | | | |

**p<.05*

Tablo 51 incelendiğinde holistik ve atomist modelleme yeterlikleri geliştirme yaklaşımlarının bütün parça bütün öğrenme modeline göre beraber kullanılması ile oluşturulan öğrenme ortamında yapılan öğretimden sonra geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının toplam ön test son test MYT puan ortalamaları $t(14)=-7,16$, $p<.05$, $r=.88$, %95 *GA*[-12.44, -6.61] ile yorumlama ve doğrulama ön test son test MYT puan ortalamaları $t(14)= -8,47$, $p<.05$, $r=.91$, %95 *GA*[-1.13, -0.67] arasında anlamlı bir farklılık görülmektedir Öğretmen adaylarının uygulama öncesi toplam MYT puanı $\bar{x} = 22,8$ iken uygulama sonrasında $\bar{x} = 30,11$'e yükselmiştir. Ayrıca uygulama öncesi yorumlama ve doğrulama yeterliği MYT ortalama puanı $\bar{x} = 0,71$ iken uygulama sonrasında $\bar{x} = 1,61$'e yükselmiştir.

Bu bulgulara dayanarak holistik ve atomist modelleme yeterlikleri geliştirme yaklaşımlarının bütün parça bütün öğrenme modeline göre beraber kullanılarak oluşturulan öğrenme ortamında geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının modelleme yeterlikleri ile yorumlama ve doğrulama modelleme yeterliği etkili şekilde

geliştiği söylenebilir. Gesaplanan etki büyüklüğü kritik değer olan .50'den (Gravetter ve Wallnau, 2013, s.299) büyük olarak hesaplanmıştır. Bu değer geniş bir etkiyi yansıtmaktadır.

Tablo 51 incelendiğinde holistik ve atomist modelleme yeterlikleri geliştirme yaklaşımlarının bütün parça bütün öğrenme modeline göre beraber kullanılması ile oluşturulan öğrenme ortamında yapılan öğretimden sonra geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının problemi yapılandırma ön test son test MYT ortalama puanları $t(14)= -1.68$, $p>.05$, %95 $GA[-0.50, 0.60]$; matematiksel olarak ifade etme ön test son test puan ortalamaları $t(14)= -0,21$, $p>.05$, %95 $GA[-0.49, 0.40]$ arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir

Bu bulgulara dayanarak holistik ve atomist modelleme yeterlikleri geliştirme yaklaşımlarının bütün parça bütün öğrenme modeline göre beraber kullanılarak oluşturulan öğrenme ortamında geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının problemi yapılandırma modelleme yeterliğini ve matematiksel olarak ifade etme modelleme yeterliğini geliştirmelerine rağmen bu gelişimin anlamlı olmadığı söylenebilir.

Tablo 52
*Geleneksel Olmayan İnanç Kategorisindeki Öğretmen Adaylarının Modelleme Yeterlikleri Ön Test Son Test MYT Puanları Farkı Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları*

| Matematiksel Modelleme Yeterlikleri | Son test-ön test | N | Sıra ortalaması | Sıra toplamı | z | p |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Değişkenleri Belirleme | Negatif Sıra | 3 | 2,00 | 6,00 | -1,362* | 0,173 |
| | Pozitif Sıra | 4 | 5,50 | 22,00 | | |
| | Eşit | 8 | | | | |
| Matematiksel Çalışma | Negatif Sıra | 1 | 1,00 | 1,00 | -2,197* | 0,02 |
| | Pozitif Sıra | 6 | 4,50 | 27,00 | | |
| | Eşit | 8 | | | | |

*p<.05* *Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 33'te belirtildiği gibi geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adayları uygulama öncesi (Mdn=1,66) ve sonrasında (Mdn=2,00) matematiksel çalışma modelleme yeterliği MYT puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmakta ($z = -2,197$, $p<.05$, $r=.40$) ve problemi yapılandırma modelleme yeterliği ortalama MYT puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($z = -1,362$, $p>.05$). Bu bulguya dayanarak holistik ve atomist modelleme yeterlikleri geliştirme yaklaşımlarının bütün parça bütün

öğrenme modeline göre beraber kullanılarak oluşturulan öğrenme ortamında geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının matematiksel çalışma modelleme yeterliğininin etkili şekilde geliştiği ve değişkenleri belirleme modelleme yeterliğinin gelişimine rağmen bu gelişimin anlamlı olmadığı söylenebilir. Ayrıca matematiksel çalışma modelleme yeterliği ön test son test farkının etki büyüklüğü orta derece büyüklüğü yansıtan Cohen d kriterinin .30 - .50 (Field, 2009, s558) değerleri arasında olduğu görülmektedir.

## 4.6. Beşinci Alt Probleme Yönelik Bulgular

Bu bölümde "Farklı matematiksel inanç kategorilerinde yer alan öğretmen adayları ile oluşturulan grupların matematiksel modelleme yeterlik puanları istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılaşmakta mıdır?" alt problemine yönelik bulgulara yer verilmiştir. İnanç tiplerine göre oluşturulmuş grupların modelleme yeterliklerine göre aralarında anlamlı bir farklılık olup olmadığı ÇYRA modeli ile incelenmiştir. Veriler öğretmen adaylarının modelleme çözümlerinin uzmanlar tarafından rubrik ile değerlendirilmesi ile elde edilmiştir. Verilerin analizine geçilmeden önce verilerin çok yüzeyli rasch analizine uygun olup olmadığı değerlendirilmiştir. ÇYRA'nın varsayımları tek boyutluluk, yerel bağımsızlık, model veri uyumudur.

### 4.6.1. Tek Boyutluluk Varsayımı

Tek boyutluluk bir testteki bütün maddelerin sadece tek bir gizil yapıyı, beceriyi ölçmesi demektir (Ayala, 2009, s.20; De Mars, 2010, s37). Başka bir ifadeyle belirlenen modelin her bir birey için sadece bir değere sahip olması ve verilen cevapları etkileyen tesadüfi hataların başka maddeleri değil sadece o maddeye ait olması demektir (De Mars, 2010, s.38). Bu çalışmada verilerin tek boyutluluğu açımlayıcı faktör analizi (AFA) ile incelenmiştir. Açımlayıcı faktör analizinde temel bileşenler analizi kullanılmıştır. Örneklem büyüklüğünün AFA analizi için uygun olup olmamasına Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)testiyle bakılır ve KMO değeri .50 ise, kabul edilebilir, 0.5 – 0.7 arası vasat, 0.7 – 0.8 arası iyi, 0.8 – 0.9 arası çok iyi, 0.9 üstü mükemmel olarak kabul edilmektedir (Field, 2009, s.647). Yapılan analizde KMO değeri .877 çıkmıştır. Bu sonuç verilerin faktör analizi için uygunluğunun mükemmel olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte verilere faktör analizi yapabilmek için Bartlett küresellik testinin de anlamlı ($p < .05$) olması gereklidir (Pallant,

2007, s.174). Bartlett's Test of Sphericity sonucu ($\chi 2$=306,327; df=10; p=.000) veriler arası korelasyonun temel bileşenler analizi için yeterli büyüklükte olduğunu göstermektedir. Yüz kişiden az örneklemler için faktör yüklerinin 0,6'dan büyük olması verilerin faktör yapısı için oldukça uygundur (Field, 2009, s.647). Bu çalışmada ise faktör yükleri 0,75 ile 0,83 arasında değerler alması verilerin tek boyutluluğunun sağlandığına diğer bir delildir. Açımlayıcı faktör analizinin sonuçlarına göre çok yüzeyli rasch analizinin tek boyutluluk varsayımının karşılandığı söylenebilir.

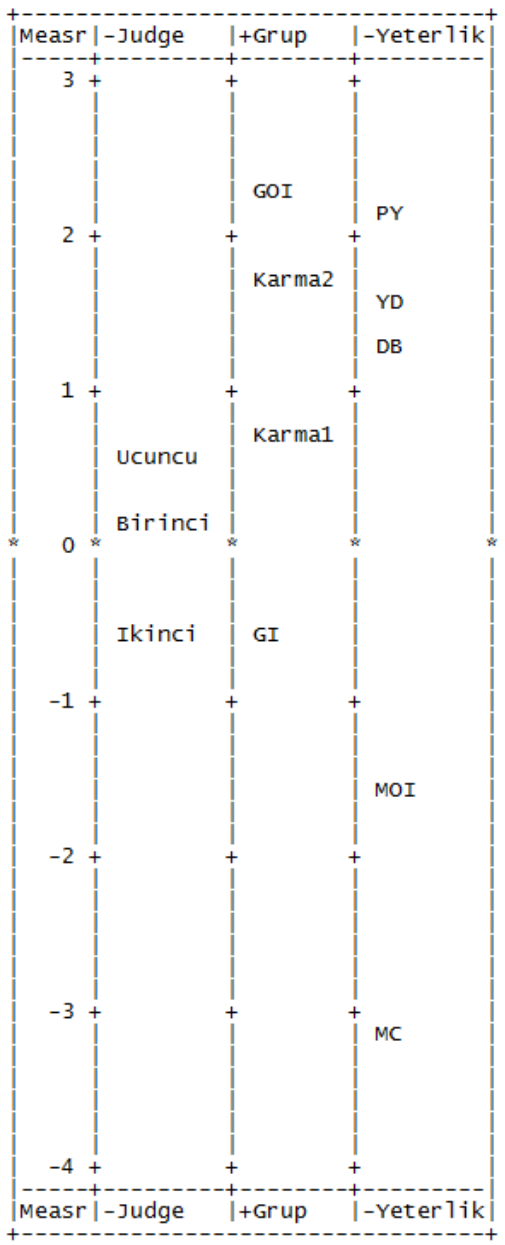
### 4.6.2. Yerel Bağımsızlık Varsayımı

Yerel bağımsızlık bireyin farklı maddelere verdiği cevapların istatistiksel olarak bağımsız olması demektir (De Mars, 2010, s.37; Hambleton ve Swaminathan, 1991, s.23). Yerel bağımsızlık ile tek boyutluluk arasında yüksek ilişki bulunmakta, eşdeğer özellik taşımakta ve tek boyutluluk varsayımı yerel bağımsızlığa işaret etmektedir (Hambleton ve Swaminathan, 1991, s.24; Reise ve Revicki, 2015, s.87). Bu sebeple bu çalışmada tek boyutluluk varsayımı karşılandığından dolayı yerel bağımsızlık varsayımının da sağlandığı kabul edilmiştir.

### 4.6.3. Model Veri Uyumu Varsayımı

Model veri uyumunun sağlanabilmesi için (-2, +2) aralığı dışında kalan standartlaştırılmış artıkların sayısı tüm verinin %5'ini ve (-3,+3) aralığı dışında kalan verilerin sayısı tüm verinin %1'ini geçmemesi gerekmektedir (Linacre, 2014, s.170). Çalışmaya ait verilerde ise (-2, +2) aralığı dışında kalan veri sayısı 12 ve (-3,+3) aralığı dışında kalan standartlaştırılmış artıkların sayısı 2 olarak bulunmuştur. Bu durumda (-2,+2) aralığı dışında kalan standartlaştırılmış artıkların sayısı tüm verinin (361) %5'ini ve (-3,+3) aralığı dışında kalan standartlaştırılmış artıkların sayısı tüm verinin %1'ini geçmediği görülmektedir. Bundan dolayı model veri uyumu varsayımı karşılanmış olduğu görülmektedir.

### 4.6.4. Çok Yüzeyli Rasch Analizi Sonuçları




GOI: Geleneksel olmayan inanç grubu, Karma1: Bir öğretmen adayı geleneksel olmayan iki öğretmen adayı ise geleneksel inanç tipi, Karma2: İki öğretmen adayı geleneksel olmayan bir öğretmen adayı ise geleneksel inanç, GI: Geleneksel inanç grubu, PY: Problemi yapılandırma, YD: Yorumlama ve Doğrulama, DB: Değişkenleri belirleme, MOI: Matematiksel olarak ifade etme, MC: Matematiksel çalışma

*Şekil 25.* Modelleme etkinliklerinin oluşturulan rubriğe göre çok yüzeyli rasch analizi kalibrasyon haritası

Şekil 25'te çok yüzeyli rasch analizinde yer alan yüzeyler olan matematiğe yönelik inanç tiplerine göre oluşturulmuş grupların modelleme yeterliklerine göre başarısı, modelleme yeterliklerinin zorluğu, puanlayıcıların katılık ve cömertliklerinin kalibrasyonuyla oluşturulan veri kalibrasyon haritası verilmiştir. Bu harita analizde yer alan yüzeyler içinde ve yüzeyler arasında karşılaştırma yapabilmek için oldukça yarar sağlamaktadır.

Şekil 25'te yer alan veri kalibrasyon haritasının ilk sütununda logit cetveli yer almaktadır. Buradaki logit cetveli analizde kullanılan yüzeylerin kalibrasyonuyla oluşmuş olup tüm yüzeyler için aynı ölçme birimini temsil etmektedir. Yani inanç tiplerine göre oluşturulmuş grupların modelleme yeterliklerine göre performansları, modelleme yeterliklerinin zorluğu, puanlayıcı katılığı ve cömertliği aynı logit cetvelde konumlandırılmıştır. Veri kalibrasyon haritasının ikinci sütununda ise puanlayıcıların puanlama davranışları (cömertliği/katılığı) yer almaktadır. Bu sütun negatif olarak yönlendirilmiş olduğundan en cömert puanlayıcı sütunun en altında ve en katı puanlayıcı sütunun en üstünde yer almaktadır. Bununla birlikte puanlayıcılar -1 ile +1 logit değerleri arasında yer almaktadır. Buda puanlayıcıların birbirlerine yakın değerlendirmeler yaptığını ortaya koymaktadır. Bu sonucun puanlayıcıların etkinliklerin çözümlerini, oluşturulan rubriğe göre nasıl değerlendireceklerine yönelik eğitim almalarından kaynaklandığı söylenebilir.

Şekil 25'te yer alan veri kalibrasyon haritasının ikinci sütununda ise inanç tiplerine göre oluşturulmuş grupların modelleme yeterlik puanlarına göre performansları yer almaktadır. Bu sütun pozitif yönelimli olduğundan sütunun en yukarısındaki grup en yüksek, en aşağısındaki grubun da en düşük puanı aldığı söylenebilir. Grupların modelleme yeterlikleri performans logit değerleri 3 ve -1 değerleri arasında yer almaktadır. En yüksek puanı GOI (2,33 logit) grubunun ve en düşük puanı GI (-0,60 logit) grubunun aldığı görülmektedir.

Şekil 25'te yer alan veri kalibrasyon haritasının üçüncü sütununda ise modelleme yeterlikleri güçlük düzeyleri bakımından sıralaması yer almaktadır. Modelleme yeterliklerinin güçlükleri açısından sıralandığı bu sütun negatif yönelimli olduğundan en yukarıda yer alan modelleme yeterliğinin güçlüğü en yüksek, en aşağıda yer alan modelleme yeterliğinin güçlüğü en düşük olduğu söylenebilir. Modelleme yeterliklerinin güçlüklerinin logit değerleri +2 ile -4 arasında değişmektedir. Güçlük derecesi en yüksek modelleme yeterliği PY (2,08 logit), güçlük derecesi en düşük modelleme yeterliği MC (-3,21) olduğu görülmektedir.

Tablo 53

*İnanç Tiplerine Göre Oluşturulan Grupların Modelleme Yeterlikleri Performansları Çok Yüzeyli Rasch Analizi Ölçüm Raporları*

| Grup | Logit Ölçüsü | Standart Hata | Uyum İçi | Uyum Dışı |
|---|---|---|---|---|
| GOI | 2,33 | 0,25 | 1,23 | 1,22 |
| Karma2 | 1,76 | 0,25 | 1,15 | 1,07 |
| Karma1 | 0,76 | 0,25 | 0,72 | 0,64 |
| GI | -0,60 | 0,23 | 0,88 | 0,86 |
| Ortalama | 1,06 | 0,25 | 0,99 | 0,95 |
| Standart Sapma (Evren) | 1,11 | 0,01 | 0,20 | 0,22 |
| Standart Sapma (Örneklem) | 1,29 | 0,01 | 0,24 | 0,25 |
| Model, Evren: RMSE: 0.25 Standart Sapma: 1.09 Ayırma İndeksi: 4.41 Güvenirlik: 0.95 | | | | |
| Model, Örneklem: RMSE: 0.21 Standart Sapma: 1.68 Ayırma İndeksi: 5.12 Güvenirlik: 0.96 | | | | |
| Model, Tamamı Aynı Ki Kare: 84.7 sd:3 p= .000 | | | | |
| Model, Rastgele Normal Ki Kare: 2.9 sd:2 p= .23 | | | | |

Tablo 51'de inanç tiplerine göre oluşturulan grupların modelleme yeterlikleri performanslarına yönelik çok yüzeyli rasch analizi ölçümleri yer almaktadır. Tablo …'nin birinci sütununda inanç tiplerine göre oluşturulmuş grupların modelleme yeterlikleri performansı en yüksekten en düşüğe doğru sıralanmıştır. En yüksek logit ölçümü 2,33 iken en düşük logit ölçümü -0,60 olarak bulunmuştur. Grupların modelle yeterlikleri performansları logit ölçüm aralığı 2,93'dir. GOI grubu en yüksek perfromans gösterirken GI grubu en düşük performans göstermiştir. Uyum içi ve uyum dışı istatistikleri Tablo 50'de belirtilmiştir. Uyum içi ve uyum dışı istatistiklerinin 1'e eşit olması beklenmekte ve 0 ve + ∞ arasında değerler alabilmektedir (Linacre, 2002). Bununla birlikte uyum içi ve uyum dışı istatistiklerin 0.5 ile 1.5 arasında olması ölçüm değerlerinin uygun olduğunu göstermektedir (Wright ve Linacre, 1994). 1.5 ve 2.00 arasındaki ve 0.5'in altındaki uyum içi ve uyum dışı istatistiklerinin sonuçlara önemli ölçüde olumsuz bir etkisi bulunmamakta ama 2.00'nin üstündeki değerlerin sonuçlarda sapmalara yol açmakta ve sonuçları olumsuz etkilemektedir (Linacre, 2012). Bu çalışmada ise Tablo 50'de görüldüğü gibi uyum içi ve uyum dışı

istatistiklerini uygun kabul edilen değerler olan 0.5 ve 1.5 arasında değiştiği görülmektedir. Bu bulgu model ve veri uyumunun yüksek olduğunu göstermektedir. Ayrıca güvenirlik istatistiği 0.96 bulunmuştur. Buradaki güvenirlik istatistiği aynı sonuçların tekrarlanabilirliğini göstermektedir (Linacre, 2012). Bu değer inanç tiplerine göre oluşturulan grupların modelleme yeterlikleri performanslarına göre yüksek güvenirlikte ayırt edilebildiğini göstermektedir. Ayrıca ayırma indeksi için 2 ve güvenirlik istatistiği için 0.8 ölçüt değerlerdir (Linacre, 2012). Ayırma İndeksi 5.12 ve güvenirlik istatistiği 0.96 ile sabit etkiye ait "İnanç tiplerine göre oluşturulmuş gruplar matematiksel modelleme yeterliklerine göre anlamlı bir farklılık vardır." hipotezi Kay-Kare ile test edildiğinde ($\chi 2$ = 84.7, sd = 3, p = 0.00) yokluk hipotezi reddedilmiştir. Bir başka ifade ile inanç tiplerine göre oluşturulan grupların en az ikisi modelleme yeterlikleri performanslarına göre birbirlerinden anlamlı farklılık göstermektedir. Hangi grupların birbirlerinden anlamlı farklılık gösterdiğini tespit edebilmek için her bir gruba ait ölçümlerin t değerinin hesaplanması gerekmektedir (Eckes, 2015, s.96; Myford ve Wolf, 2004; Vianello ve Robusto, 2010). Bunu test edebilmek için Fischer and Scheiblechner (1970) tarafından önerilen ve model veri uyumunu incelemek için kullanılan Wald istatistiği olarak adlandırılan indeks:

$t_{n,m} = \frac{\hat{\theta}_n - \hat{\theta}_m}{\left(SE_n^2 + SE_m^2\right)^{1/2}}$ , kullanılabilir (Eckes, 2015, s.96).

Burada n ve m yetenek seviyeleri karşılaştırılmak istenen bireyleri temsil etmektedir. $\hat{\theta}_n$ ve $\hat{\theta}_m$ bireylerin logit ölçümlerini $SE_n$ ve $SE_m$ n ve m bireylerinin ölçümlerine ait standart hatayı temsil etmektedir (Eckes, 2015, s.96). Bulunan t değerinin anlamlılığını kontrol etmek için kullanılacak olan serbestlik derecesi değeri $sd = u_n - u_m - 2$ ile bulunmaktadır. Burada $u_n$ ve $u_m$ n ve m bireylerine ait puanlama sayılarını temsil etmektedir (Eckes, 2015, s.96). Bu çalışmada bireyler üç farklı puanlayıcı tarafından beş farklı modelleme yeterliğinde değerlendirilmişlerdir. Yani karşılaştırılacak olan her bir grup toplamda 15 kez puanlanmıştır. Dolayısıyla serbestlik derecesi sd = 15 + 15 – 2 =28 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 54

*İnanç Tiplerine Göre Oluşturulan Grupların Modelleme Yeterliği Logit Ölçümleri Ve Puanlanma Sayıları Tablosu*

| Grup | Logit Ölçümü | Standart Hata | Puanlama Sayısı |
|---|---|---|---|
| GOI | 2,33 | 0,25 | 15 |
| Karma2 | 1,76 | 0,25 | 15 |
| Karma1 | 0,76 | 0,25 | 15 |
| GI | -0,60 | 0,23 | 15 |

Tablo 55

*İnanç Kategorilerine Göre Oluşturulan Grupların Modelleme Yeterlikleri Logit Ölçümleri Farkı Wald İstatistiği Sonuçları*

| Gruplar | sd | t | p |
|---|---|---|---|
| GOİ-Karma2 | 28 | 1.6 | p>.05 |
| GOİ-Karma1 | 28 | 4.4 | p<.05 |
| GOİ-Gİ | 28 | 8.9 | p<.05 |
| Karma2-Karma1 | 28 | 2.8 | p<.05 |
| Karma2-Gİ | 28 | 7.1 | p<.05 |
| Karma1-Gİ | 28 | 4.1 | p<.05 |

GOI grubu ile Karma2 grubu arasında 0,57 logit değeri fark fardır. Bu fark $t_{GOI,Karma2}(28) = 1.6$, $p > .05$ anlamlı değildir. Geleneksel olmayan inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının oluşturduğu grup ile farklı inanç tiplerinde yer alan öğretmen adaylarının oluşturduğu grup arasında modelleme yeterlikleri performansı açısından anlamlı bir farklılığın olmadığı söylenebilir. GOI grubu ile Karma1 grubu arasında 1,57 logit değeri fark vardır. Bu fark $t_{GOI,Karma1}(28) = 4.4$, $p < .01$ anlamlıdır. Geleneksel olmayan inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının oluşturduğu grup ile farklı inanç tiplerinde yer alan öğretmen adaylarının oluşturduğu grup arasında modelleme yeterlikleri performansı açısından anlamlı bir farklılığın olduğu söylenebilir. GOI grubu ile GI grubu arasında 2,93 logit değeri fark vardır. Bu fark $t_{GOI,GI}(28) = 8.9$, $p < .01$ anlamlıdır. Geleneksel olmayan inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının oluşturduğu grup ile geleneksel inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının oluşturduğu grup arasında modelleme

yeterlikleri performansı açısından anlamlı bir farklılığın olduğu söylenebilir. Karma1 ve Karma2 grubu arasında 1 logit değeri fark vardır. Bu fark $t_{Karma2,Karma1}(28) = 2.8$, $p <$ .01 anlamlıdır. Farklı inanç tiplerinde yer alan öğretmen adaylarından karma şekilde oluşturulan gruplar arasında modelleme yeterlikleri performansı açısından anlamlı bir farklılığın olduğu ve bu farklılığın geleneksel olmayan inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının sayıca daha fazla olduğu gruptan yana olduğu söylenebilir. Karma2 ve GI grupları arasında 2,36 logit değeri fark vardır. Bu fark $t_{Karma2,GI}(28) = 7.1$, $p <$ .01 anlamlıdır. Farklı inanç tiplerinde yer alan öğretmen adaylarının oluşturduğu grup ile geleneksel inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının oluşturduğu grup arasında modelleme yeterlikleri performansı açısından anlamlı bir farklılığın olduğu söylenebilir. Karma1 ile GI grupları arasında 1,36 logit değeri fark vardır. Bu fark $t_{Karma1,GI}(28) = 4.1$, $p <$ .01 anlamlıdır. Farklı inanç tiplerinde yer alan öğretmen adaylarının oluşturduğu grup ile geleneksel inanç kategorisinde yer alan öğretmen adaylarının oluşturduğu grup arasında modelleme yeterlikleri performansı açısından anlamlı bir farklılığın olduğu söylenebilir.

# BÖLÜM V

# SONUÇ TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı, holistik ve atomist matematiksel modelleme geliştirme yaklaşımlarının bütün-parça-bütün öğrenme modeline göre beraber kullanılarak oluşturulan öğrenme ortamının, ilköğretim matematik öğretmenliği öğretmen adaylarının matematiksel inanç durumlarına göre matematiksel modelleme yeterlikleri üzerindeki etkisini incelemektir. Bu bağlamda öğretmen adaylarıyla 12 haftalık bir çalışma yürütülmüştür. Çalışma öncesinde öğretmen adaylarının matematiğe yönelik inançları Q metodolojisiyle belirlenmiş ve çalışmaya başlamadan önce öğretmen adaylarına ön test olarak matematiksel modelleme yeterlikleri testi uygulanmıştır. Bu test Haines vd. (2000) tarafından geliştirilmiş ve bu çalışma için araştırmacı tarafından TRAPD çeviri modeli kullanılarak Türkçe'ye uyarlanmıştır. Öğretmen adaylarının inanç tiplerine göre gruplar oluşturulmuş ve bu gruplar modelleme etkinlikleri üzerinde çalışmışlardır. Uygulama sonunda ise matematiksel modelleme yeterlikleri testi son test olarak uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının modelleme etkinliklerine ürettikleri çözümler incelenmiş ve bu alanda deneyimki üç uzman tarafından rubrik ile değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmelerden elde edilen veriler çok yüzeyli rasch analizi ile incelenmiştir. Ayrıca, ön test ve son test arasındaki fark ise uygun istatistiksel yöntemlerle analiz edilmiştir.

## 5.1. Birinci Alt Probleme Yönelik Sonuç ve Tartışma

Çalışmada yer alan 27 öğretmen adayının matematiğe yönelik inançları Q metodolojisiyle belirlenmiş ve 12 öğretmen adayı matematiğe yönelik geleneksel inanca, 15 öğretmen adayının ise geleneksel olmayan inanca sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Bu belirlemeye göre matematiğe yönelik geçiş dönemi inancına sahip öğretmen adayına rastlanılmamıştır.

Matematiğe yönelik geleneksel inanca sahip öğretmen adayları matematikte tek bir çözüm yolu olduğunu, matematiğin değişmeyen, gelişime açık olmayan birbiriyle ilgisi olmayan kurallar olduğunu ve sadece yetenekli kişilerin matematik öğrenebileceğini düşünmektedirler. Matematiğe yönelik geleneksel olmayan inanca sahip öğretmen adayları ise matematiğin keşfederek, yaparak öğrenilebileceğini, matematiğin hayatla, yaşamla iç içe olduğunu ve diğer bilim dallarına temel teşkil ettiğini düşünmektedirler. Bu sonuç literatürdeki [bkz., Paksu (2008), Toluk Uçar ve Demirsoy (2010), Dede ve Uysal (2012), Çevirgen (2016)] çalışmalarında yer alan bulgularla örtüşmektedir. Paksu'nun (2008), Dede ve Uysal'ın (2012), Çevirgen'nin (2016) çalışmalarında da öğretmenlerin çoğu geleneksel inanş kategorisinde yer alırlarken öğretmen adayları matematiğe yönelik geleneksel ve geleneksel olmayan olmak üzere iki inanç kategorisinde toplanmışlar ve matematiğe yönelik geçiş döneminde yer alan öğretmen adayı çıkmamıştır. Ayrıca Dede ve Karakuş'un (2013) çalışmasında ise öğretmen adayları lisans programından önce geleneksel inanca sahipken lisans sonrasında geçiş dönemi inancına yaklaştığı bulunmuştur. Matematiğe yönelik inancın kişinin geçmişte matematikle yaşadığı deneyimlerden kaynaklandığı literatürde belirtilmektedir (bkz. Raymond, 2007, Cross, 2009). Bu bağlamda öğretmen adaylarının çoğunluğunun geleneksel olmayan inanca sahip olmaları öğretmen adaylarının öğrenci merkezli perspektifi benimseyen bir müfredatla eğitim gördüklerinden kaynaklanmış olabilir. Ayrıca diğer öğretmen adayları ise öğrenci merkezli perspektifi benimseyen müfredatla eğitim almış olmalarına rağmen öğretmenlerinden veya girecek oldukları sınavlardan dolayı matematiğe yönelik geleneksel inancı ifade eden görüşlere sahip olmuş olabilirler. Toluk Uçar ve Demirsoy (2010) tarafından yapılan çalışmada öğretmen adaylarının matematiğe yönelik inançları likert tipi bir ölçek ile incelenmiş ve öğretmen adaylarının çoğunun geleneksel olmayan inanca ait ifadelere yüksek puanlar verdikleri belirtilmiştir. Fakat daha sonra geleneksel olmayan inanca ait ifadelere yüksek puanlar veren öğretmen adaylarıyla yapılan mülakatların sonucunda aslında öğretmen adaylarının yüksek puan verdikleri ifadelere zıt görüşlere sahip oldukları berlirlenmiş ve öğretmen adaylarının likert tipi ölçeklerin yanında alternatif yöntemlerle ile de matematiğe yönelik inançlarının incelenmesi gerektiğini belirtilmiştir. Bu bağlamda bu çalışmada kullanılan Q metodolojisi öğretmen adaylarının matematiğe yönelik inançlarını veya genel anlamda kişisel görüşlerini, tutumlarını, çeşitli duyuşsal özelliklerini incelemek adına nitel ve nicel yöntemin özelliklerini birleştiren alternatif bir yöntem sunmaktadır.

## 5.2. İkinci Alt Probleme Yönelik Sonuç ve Tartışma

Öğretmen adaylarına uygulanan matematiksel modelleme yeterlikleri ön test sonuçlarına göre öğretmen adayları en düşük puanı, yorumlama ve doğrulama, daha sonra da problemi yapılandırma matematiksel modelleme yeterliklerinden almıştır. Bu sonuç literatürdeki [bkz. Gatabi ve Abdolahpour (2013), Karacı (2016), Korkmaz (2010), Tekin Dede (2015), Yanbıyık (2016)] çalışmalarda ortaya konulan sonuçlarla örtüşmektedir. Kormaz'ın (2010), Karacı'nın (2016), Gatabi ve Abdolahpour'nin (2013) çalışmasında öğrenciler yorumlama ve doğrulamada düşük başarı gösterirlerken Tekin Dede'nin (2015) çalışmasında ise yorumlama, doğrulama ile beraber problemi yapılandırmada da düşük başarı göstermişlerdir. Yanbıyık'ın (2016) çalışmasında ise bu çalışmadan farklı olarak problemi anlama ve yorumlama ve doğrulamanın yanı sıra matematiksel modeli kurmada da güçlük çekmişlerdir. Bu sonuç matematiksel modellemenin müfredatlarda (MEB, 2013; MEB, 2018) henüz yeni yer almaya başlamasından ve öğretmenlerin matematiksel modelleme ile ilgili fazla deneyimleri (Biembengut ve Hein, 2013; Hernández, Levy, Felton-Koestler ve Zbiek, 2017) olmamasından, dolayısıyla öğretmen adaylarının da matematiksel modelleme ile ilgili deneyimlerinin yeterli olmamasından kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının modellime ile ilgili yeterli deneyimleri olmamasından dolayı matematiksel modellemeyi sınıf ortamlarına taşıyamamalarından kaynaklanıyor olabilir.

Öğretmen adaylarının ön test ve son test matematiksel modelleme yeterlikleri testi toplam puanları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Bu sonuç literatürdeki çalışmalarla [bkz. Biccard (2010), Brandt ve Kaiser (2015), Güç (2015), Kaiser (2007), Özge (2008), Tekin Dede (2015)] benzerlik göstermektedir. Özge (2008), Biccard (2010), Brandt ve Kaiser (2015), Tekin Dede (2015) ve Güç (2015) tarafından holistik modelleme yeterlikleri geliştirme yaklaşımı kullanılarak yapılan uygulamalarda bireylerin modelleme yeterliklerinde gelişme olduğunu belirtilmiştir. Fakat bulunan sonuçların istatistiksel açıdan anlamlılığı yalnızca Brandt ve Kaiser'in (2015) çalışmasında sınanmıştır. Brandt ve Kaiser'in (2015) çalışmasında holistik yaklaşıma göre hazırlanan öğrenme ortamının öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Ayrıca her bir alt modelleme yeterliğinin ön test ve son test puanları arasındaki fark incelendiğinde sadece yorumlama ve doğrulama modelleme yeterliğinde anlamlı bir fark bulunmuştur. Öğretmen adaylarının problemi yapılandırma, matematiksel olarak ifade etme, değişkenleri belirleme, matematiksel çalışma modelleme

yeterlikleri son test puanlarında artış olmasına rağmen bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu sonuç Kaiser'in (2007) yapmış olduğu çalışmada bulunan sonuçlarla benzeşmektedir. Kaiser (2007) yapmış olduğu çalışmada Lingefjard'ın (2004) belirttiği modelleme yeterliklerinden öğretmen adaylarının özellikle problemi yapılandırma ve modeli seçme modelleme yeterliklerinde önemli gelişme gösterdiklerini ifade etmiştir. Fakat Kaiser'in (2007) ifade ettiği bu gelişmenin istatistiksel olarak anlamlılığı sınanmamıştır. Bu çalışmada ise modeli seçme yeterliği, yorumlama ve doğrulama yeterliği dâhilinde ele alındığından dolayı iki çalışmanın sonuçlarının paralellik gösterdiği söylenebilir. Ayrıca bu çalışmada da Kaiser'in (2007) çalışmasında olduğu gibi; problemi yapılandırma, matematiksel olarak ifade etme, değişkenleri belirleme, matematiksel çalışma modelleme yeterlikleri son test puanlarında artış gerçekleşmiştir.

### 5.3. Üçüncü ve Dördüncü Alt Problemlere Yönelik Sonuç ve Tartışma

Geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri testi yorumlama ve doğrulama ön test son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Matematiksel modelleme yeterlikleri testi toplam puan, değişkenleri belirleme, matematiksel olarak ifade etme, matematiksel çalışma matematiksel modelleme yeterlikleri ön test son test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri testi toplam ön test son test puanları, matematiksel çalışma ön test son test puanları, yorumlama ve doğrulama ön test son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Geleneksel olamayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri testi problemi yapılandırma ön test son test puanları, değişkenleri belirleme ön test son test puanları, matematiksel olarak ifade etme ön test son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bu sonuçlar dikkate alındığında matematiğe yönelik her iki inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirme açısından yorumlama ve doğrulama yeterliği son test puanlarında anlamlı bir artış varken, geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarından farklı olarak geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri toplam son test puanında, matematiksel çalışma yeterliği son test puanında anlamlı bir artış görülmüştür.

Geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının ve geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının uygulama öncesinde matematiksel modelleme yeterlikleri problemi yapılandırma ön test puanları, matematiksel olarak ifade etme ön test puanları, değişkenleri belirleme ön test puanları, matematiksel çalışma ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bu bulguya benzer sonuçlar uygulama sonunda son test puanları arasında da görülmüştür.

Geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının ve geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının uygulama öncesinde matematiksel modelleme yeterlikleri toplam ön test puanları arasında, yorumlama ve doğrulama ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Uygulamadan sonra ise geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının ve geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri toplam son test puanları, yorumlama ve doğrulama son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Bu farklılık matematiksel modelleme yeterlikleri toplam son test puanları, yorumlama ve doğrulama son test puanları için geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adayları lehinedir. Bu sonuçlar Mischo ve Maaβ (2012) ve Kaiser ve Maaβ'ın (2007) tarafından yapılan çalışmalarla kısmen örtüşmektedir. Mischo ve Maaβ (2012) geleneksel inanç sayılabilecek matematiği değişmez görmenin modelleme yeterlikleri üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğunu ve matematiği kullanışlı bir araç olarak görmenin (geleneksel olmayan inanç) modelleme yeterlikleri üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu belirtmiş benzer şekilde Kaiser ve Maaβ (2007) ise matematiğe yönelik geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye yönelik pozitif tutum sergilediğini ve geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye yönelik olumsuz tutum sergilediğini belirtmişlerdir. Farklı inanç kategorilerindeki öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri toplam son test puanları ve yorumlama ve doğrulama yeterliği son test puanları arasındaki farkın geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adayları lehinde olması Mischo ve Maaβ (2012) ve Kaiser ve Maaβ'ın (2007) çalışmalarında belirttiği gibi geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye yönelik bakış açılarının ve duyuşsal özelliklerinin matematiksel modelleme yeterlikleri üzerinde pozitif etkiye sahip olmasından kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca bu sonuç aynı zamanda matematiğe yönelik inanç tiplerinin özelliklerinden de kaynaklanıyor olabilir. Çünkü geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adayları matematiğin

keşfederek, yaparak öğrenilebileceğini, matematiğin hayatla, yaşamla iç içe olduğunu ve diğer bilim dallarına temel teşkil ettiğini (Dionne, 1984; Ernest, 1989; Grigutsch ve Törner, 1998) düşünmekteyken geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adayları ise matematikte tek bir çözüm yolu olduğunu, matematiğin değişmeyen, gelişime açık olmayan, birbiriyle ilgisi olmayan kurallar olduğunu düşünmektedirler (Dionne, 1984; Ernest, 1989; Grigutsch ve Törner, 1998). Matematiksel modelleme süreci ise günlük hayattaki problemlerin matematiksel olarak ifade edilmesi olduğu ve modelleme sürecinde matematiğin keşfedilmesi gibi geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının görüşleriyle örtüştüğü için geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye daha istekli olarak katılmasını sağlamış olabilir. Dolayısıyla geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adayları ile geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri toplam son test puanları, yorumlama ve doğrulama son test puanları arasındaki istatistiksel olarak anlamlı farka neden olmuş olabilir.

### 5.4. Beşinci Alt Probleme Yönelik Sonuç ve Tartışma

Çok Yüzeyli Rasch Analizi sonuçlarına göre geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarından oluşan grup (GOI) ile bir geleneksel olmayan inanç ve iki geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarından oluşan grup (Karma1) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur. Geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarından oluşan grup (GOI) ile iki geleneksel olmayan inanç ve bir geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarından oluşan grup (Karma2) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Geleneksel olmayan inanç kategorisideki öğretmen adaylarından oluşan grup (GOI) ile geleneksel inanç kategorisideki öğretmen adaylarından oluşan grup (GI) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bir geleneksel olmayan inanç ve iki geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarından oluşan grup (Karma1) ile iki geleneksel olmayan inanç ve bir geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarından oluşan grup (Karma2) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. İki geleneksel olmayan inanç ve bir geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarından oluşan grup (Karma2) ile geleneksel inanç kategorisideki öğretmen adaylarından oluşan grup (GI) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bir geleneksel olmayan inanç ve iki geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarından oluşan grup (Karma1)

ile geleneksel inanç kategorisideki öğretmen adaylarından oluşan grup (GI) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ÇYRA ile elde edilen sonuçlar incelenecek olursa gruplardaki geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adayı sayısı arttıkça grupların modelleme etkinlikleri çözümlerinin rubriklerle incelenmesi sonucu elde ettikleri matematiksel modelleme yeterlikleri logit puanları artmaktadır. Bu bulgu bu çalışmada yer alan ikinci ve dördüncü araştırma sorusunun bulgularıyla örtüşmektedir. Dördüncü araştırma sorusunun bulgularında da geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri testi toplam son test puanları ve geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri testi toplam son test puanları arasındaki fark anlamlı olarak geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının lehinde olduğu bulunmuştur. Ayrıca bu sonuçlar Mischo ve Maaβ (2012) ve Kaiser ve Maaβ (2007) tarafından da belirtildiği gibi geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının sahip olduğu matematiğe yönelik bakış açılarının geleneksel inanç kategorisindeki öğretmen adaylarına göre bilişsel ve duyuşsal olarak modelleme yeterlikleri üzerinde pozitif etkiye sahip olmasından kaynaklanıyor olabilir. Buna ek olarak bu sonuç geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının matematiğe yönelik bakış açılarıyla matematiksel modelleme etkinliklerinin özelliklerinin birbirine benzediğinden kaynaklanıyor olabilir. Çünkü geleneksel olmayan inanç grubundaki öğretmen adayları matematiği günlük hayatla iç içe, yaparak yaşayarak öğrenilen bir bilim dalı olarak görmektelerken (Dionne, 1984; Ernest, 1989; Grigutsch ve Törner, 1998) matematiksel modelleme etkinlikleri ise günlük hayattan problemleri öğrencilere sunmakta ve öğrenciler bu problemi çözme sürecine aktif olarak katılmalarını sağlamaktadır (Blum ve Ferri, 2009). Dolayısıyla matematiksel modelleme etkinliklerinin bu özellikleri ile öğretmen adaylarının matematiğe yönelik bakış açıları benzemektedir. Buda geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının matematiksel modelleme etkinliklerinde daha başarılı olmasını sağlamış olabilir.

### 5.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Yapılan çalışmada matematiksel modelleme yeterlikleri holistik ve atomist modelleme yeterliklerinin bütün parça bütün öğrenim modeline göre beraber kullanılmasıyla oluşturulan öğretim ortamında öğretmen adaylarının modelleme yeterliklerinin nasıl değiştiği incelenmiştir. Bu bağlamda deneysel işlem sürecinde, -grupların oluşturulmasında dikkate

alınan kriterlere göre- gruplardan elde edilecek veriler üzerinde, başarı ve MYT ön test sonuçlarının istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı gösterilmiştir. Ancak, gruplardan elde edilecek veriler üzerinde-çalışmanın konusuyla doğrudan ilgili bu iki değişken kadar olmasa da - kontrol edilemeyenler (örn., bireysel farklılıklar, farklı duyuşsal özellikler vb.) başka değişkenler de olabilir. Ayrıca çalışmadan elde edilen sonuçlar mevcut şartlar nedeniyle kontrol grubu seçilemediğinden karşılaştırılamamıştır. Bununla birlikte uygulamanın pedagojik ve akademik hazırbulunuşlukları daha yüksek olan dördüncü sınıflarla yapılması düşünülmüş fakat öğretmen adayları sınava hazırlık döneminde oldukları için derslere konsantre olamayacakları düşünüldüğünden ve dönem ortasından itibaren denek kaybı yaşanması ihtimalinin yüksek olmasından dolayı çalışma ikinci sınıflarla yürütülmüştür.

### 5.6. Araştırmacılar İçin Öneriler

Bu çalışmada 27 öğretmen adayından 15'i matematiğe yönelik geleneksel olmayan inanca 12'si matematiğe yönelik geleneksel inanca sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda çalışmada yer alan öğretmen adaylarının öğrenci merkezli, günlük hayatla ilişkilendirilen ve matematiğe yönelik geleneksel olmayan inancı temsil eden bir müfredatla (bkz. MEB, 2005; MEB, 2013) eğitim almalarına rağmen geleneksel inanca sahip olmasının nedenleri araştırılabilir. Bunun muhtemel bir sebeplerinden biri olan farklı öğretim seviyelerindeki öğretmenlerin matematiğe yönelik inançları ile sınıf içi uygulamalarındaki farklılıklar incelenebilir.

Bu çalışmada mevcut imkânlardan dolayı veriler, geliştirilen test ve öğretmen adaylarının modelleme etkinliklerine vermiş oldukları cevaplar ile toplanmıştır. Veri çeşitliliğini artırmak ve her bir modelleme yeterliğine yönelik daha kapsamlı veri elde etmek için her grubun etkinliklere çözüm üretme süreçleriyle ilgili ses ve kamera kaydı alınabilir. Buna ek olarak her dersten sonra mülakatlar yapılarak süreç içerisindeki gelişimleri daha da detaylandırılarak matematiksel modelleme yeterlikleriyle ilgili daha derin veriler elde edilebilir. Ayrıca bu çalışmada öğretmen adayları mevsimsel etkiden veya uygulamanın uzunluğundan dolayı çalışmanın son haftalarına doğru bıkkınlık emareleri göstermişlerdir. Bu bağlamda bu tür uygulamların süresinin daha kısa tutulmasının bu gibi etkileri azaltabileceği söylenebilir. Uygulama sürecinde grupların mümkün oldukça birbirlerinden uzak olacak şekilde çalışmaları sağlanmış ve birbirleriyle etkileşime geçmemelerine yönelik

önlemler alınmıştır. Sonraki çalışmalarda belirlenen gruplar tek tek ele alınarak grupların birbirleriyle olan etkileşimi kesin şekilde izale edilerek, etkileşimden kaynaklanabilecek ve sonuçları etkileyebilecek etmenlerin önüne geçilebilir. Böylece süreç içerisinde ortaya çıkan matematiksel modelleme yeterlikleri hakkında daha detaylı ve net veriler elde edilebilir.

Bu çalışmada holistik ve atomist modelleme yaklaşımlarının beraber kullanılarak oluşturulan öğrenim ortamının öğretmen adaylarının modelleme yeterliklerini istatistiksel olarak anlamlı şekilde artırdığı bulunmuştur. Brandt ve Kaiser'in (2015) çalışmasında ise holistik ve atomist modelleme geliştirme yaklaşımları karşılaştırılmış ve bu yaklaşımlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık ortaya çıkmamıştır. Bu bağlamda sonraki çalışmalarda her üç yaklaşımın arasında anlamlı farklılık olup olmadığı incelenebilir. Ayrıca bu çalışmada kullanılan ve öğretmen adaylarını daha net şekilde inanç kategorilerine ayırabilen Q metodolojisi ile öğretmen adaylarının diğer duyuşsal özellikleri incelenebilir. Buna ek olarak ileriki araştırmalarda ölçümler madde, puanlayıcı, test ve grup özelliklerinden etkilenmeden bağımsız ve objektif olarak tahmin edilebildiğinden dolayı bu çalışmada uygulanan ÇYRA'nın kullanılması ile (özellikle düşük katılımcılı gruplarda) ortaya çıkabilecek istatistiksel hatalar giderilebilir.

### 5.7. Matematik Eğitimcileri İçin Öneriler

Bu çalışmada öğretmen adayları değişkenleri belirleme ile yorumlama ve doğrulama matematiksel modelleme yeterliklerinden düşük puan almışlardır. Benzer şekilde uygulama sürecinde de öğretmen adaylarının verilen etkinliklerde gerçek hayat problem durumunu yapılandırmakta, sadeleştirmekte, durumu etkileyen değişkenleri belirlemekte ve buldukları sonuçları yorumlayıp doğrulamakta zorlandıkları gözlemlenmiştir. Bununla birlikte öğretmen adayları modelleme etinlikleriyle uğraştıkça, modelleme etkinliklerine aşinalıkları arttıkça ilerleyen etkinliklerde problemleri yapılandırma ile yorumlama ve doğrulama yeterliklerinde ilk başlardaki kadar zorlanmadıkları gözlemlenmiştir. Bu bağlamda her ne kadar farklı öğrenim seviyelerinde modellemeyle informal olarak uğraşsalar dahi öğrencilerin problemi yapılandırma, yorumlama ve doğrulama modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi açısından öğretim ortamlarında kompleks modelleme problemlerinin kullanılması öğrencilerin bu modelleme yeterliklerinde görülen eksikliklerini giderebilir.

Bu çalışmada yapılan gözlemlerde öğretmen adayları kendilerine verilen kompleks gerçek yaşam durumlarını içeren modelleme etkinlikleri üzerinde ilk önce bireysel olarak

uğraşmışlar daha sonra grup olarak çözüm arayışına gitmişlerdir. Öğrencilerin modelleme etkinlikleri üzerinde grupça çözüm arayışına gitmeleri onlara matematiksel dil ve sembolleri kullanma aşinalığı kazandırmış ve matematik dili ile iletişim sürecine girmişlerdir. Bu bağlamda matematiksel modelleme etkinliklerinin eğitim ortamlarında kullanılması ile öğrenciler takım olarak çalışma alışkanlığı kazanıp PISA'da (2015) ortaya çıkan Türkiye'deki öğrencilerin "Takım olarak çalışmayı bireysel çalışmaya tercih ederim." maddesine diğer ülkelere nazaran ikinci en düşük puanı veren ülke olunması (OECD, 2017, s.36) sonucunu da ortadan kaldırabilir. Ayrıca matematiksel modellemenin çeşitli öğretim kademelerinde kullanımı ile bu çalışamda olduğu gibi öğreciler matematiksel dil ve sembolleri kullanma alışkanlıklarını artırabilirler.

Diğer taraftan bu çalışmada matematiğe yönelik geleneksel olmayan inanca sahip öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri testinde ve matematiksel modelleme etkinliklerinde matematiğe yönelik geleneksel inanca sahip öğretmen adaylarından daha ileri seviyede başarı gösterdikleri bulunmuştur. Bu bağlamda öğrencilerin matematiğe yönelik inançlarının onların geçmişteki matematiksel deneyimlerinden kaynaklandığını (Cross 2009; Raymond, 2007) ve öğretmenlerin bu deneyimlerde oldukça büyük bir pay sahibi olduğunu dikkate alacak olursak, ortaokul ve lise seviyelerinde öğretmenler tarafından matematiğe yönelik geleneksel olmayan inanca uygun bir öğretim anlayışının benimsenmesi öğrencilerin matematiğe yönelik geleneksel olmayan inanca sahip olmasına katkıda bulunabilir bu da dolayısıyla öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinde daha başarılı olabilmelerine olanak tanıyabilir.

### 5.8. Program Geliştiriciler İçin Öneriler

Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi için iki farklı yaklaşım arasında denge kurulması gerektiği literatürde vurgulanmaktadır (bkz. Blomhoj ve Jensen, 2003). Buna istinaden her iki yöntemin avantajlarından faydalanılarak oluşturulan bütün-parça-bütün öğrenim modeli ile öğrenciler hem tek bir modelleme yeterliğine odaklanabilme hem de genel olarak modelleme yeterlikleri üzerinde çalışabilme fırsatı bulduğundan dolayı matematiksel modelleme üzerinde daha kolay uzmanlaşabilirler. Bu bağlamda öğretim programlarında matematiksel modellemenin öğretimi için bu çalışmada ortaya konulan bütün-parça-bütün öğrenim modeli kullanılabilir. Ayrıca matematiksel modelleme dersi bir önceki İlköğretim Matematik Eğitimi Lisans Programı'nda seçmeli ders olarak ve 2018

yılında güncellenen Ortaöğretim Matematik Eğitimi Lisans Programı'nda ise zorunlu ders olarak yer almaktadır. Bu çalışmada kullanılan ve öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmede etkili olan bütün-parça-bütün öğrenim modelinin güncellenen lisans programına zorunlu ders olarak eklenen matematiksel modelleme dersinin öğretiminde kullanılması, modelin avantajları dikkate alınacak olursa, öğretmen adaylarına matematiksel modelleme dersinin öğreniminde fayda sağlayabilir.

# KAYNAKLAR


Akkoç, H., & Ogan-Bekiroğlu, F. (2006). Relationship between pre-service mathematics teachers‟ teaching and learning beliefs and their practices. In *Proceedings of International Conference on the Psychology of Mathematics Education (PME30), Prague, Czech Republic* (Vol. 2, pp. 17-24).

Alpar, R (2011). *Spor, sağlık ve eğitim bilimlerinden örneklerle uygulamalı istatistik ve geçerlik-güvenirlik*. Ankara: Detay.

Ärlebäck, J. B. (2009). Towards understanding teachers' beliefs and affects about mathematical modelling. In *Proceedings of the Sixth Congress of The European Society For Research İn Mathematics Education* (pp. 2096-2105).

Barbosa, J. C., Willoughby, P., Rosenberg, C. A., & Mrtek, R. G. (1998). Statistical methodology: VII. Q-methodology, a structural analytic approach to medical subjectivity. *Academic Emergency Medicine*, *5*(10), 1032-1040.

Bauer M. W. (2000). Classical content analysis. In Bauer, M. W., & Gaskell, G. (Eds.), *Qualitative researching with text, image and sound: A practical handbook for social research*. (pp. 131-151). London: Sage.

Berry, J., & Houston, K. (1995). *Mathematical Modelling.* Oxford: Elsevier.

Beswick, K. (2012). Teachers' beliefs about school mathematics and mathematicians' mathematics and their relationship to practice. *Educational Studies in Mathematics*, *79*(1), 127-147.

Biccard, P. (2010). *An investigation into the development of mathematical modelling competencies of grade 7 learners* (Doctoral dissertation). Stellenbosch: University of Stellenbosch. Retrived from http://scholar.sun.ac.za/handle/10019.1/5301.

Biembengut, M. S., & Hein, N. (2013). Mathematical modeling: implications for teaching. In Lesh R., Galbraith P. L., Haines R., Hurford A. (Eds), *Modeling students' mathematical modeling competencies.* (pp. 481-490). Dordrecht: Springer.

Blomhøj, M. (2007). Developing mathematical modelling competency through problem based project work-experiences from Roskilde University. *Philosophy and Science Teaching Conferance. Retrieved from http://www. ucalgary. ca/ihpst07/proceedings/ıhpst07% 20papers/125% 20blomhoj. pdf*.

Blomhøj, M., & Jensen, T. H. (2003). Developing mathematical modelling competence: Conceptual clarification and educational planning. *Teaching mathematics and its applications*, *22*(3), 123-139.

Blomhøj, M., & Kjeldsen, T. H. (2006). Teaching mathematical modelling through project work. *ZDM*, *38*(2), 163-177.

Blum, W. (1975). *Didaktische fragendes linearen optimierens in der sekundarstufe I.* Paper Presented at the 9. Bundestagung für Didaktik der Mathematik , Saarbrücken, Honnaover. Retrived from https://kobra.bibliothek.uni-kassel.de/jspui/bitstream/urn:nbn:de:hebis:34-2009051227359/1/BlumDidaktik1975.pdf

Blum, W. (1977). Lineares optimieren mit zwei variablen. *lernzielorientierter Unterricht*, *2*(77), 30-41.

Blum, W. (1978). Einkommensteuern als thema des analysisunterrichts in der beruflichen oberstufe. *Die berufsbildende Schule*, *30*(11), 642-651.

Blum, W. (1983). Abitur und technischer assistent, bedingungen und erfahrungenin hessischen modellversuchen zur doppelqualifikation. *Modellversuche Sekundarstufe 11 in Hessen 13*,(376-402).

Blum, W. (1985). Anwendungsorientierter mathematikunterricht in der didaktischen disukussion. *Mathematische Semesterberichte*, *32*(2), 195-232.

Blum, W., & Ferri, R. B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt?. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, *1*(1), 45-58.

Blum, W., & Leiβ, D. (2007). How do students and teachers deal with modelling problems? In Haines, C., Galbraith P., Blum, W. & Khan, S. (Eds.), *Mathematical modeling (ICTMA 12): education, engineering and economics*, (pp.222-231). Chichester: Horwood Publishing.

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

Boaler, J., & Greeno, J. (2000). Identity, agency and knowing in mathematics worlds. In: J. Boaler (Ed.). *Multiple perspectives on mathematics teaching and learning.* (pp.171–200). Westport, NY: Ablex.

Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education, 38*(2), 86–95.

Borromeo Ferri, R., & Lesh, R. (2013). Should interpretation systems be considered as models if they only function implicitly? In Stillman G., Kaiser G., Blum W., & Brown J. (Eds.), *Teaching mathematical modelling: Connecting to research and practice* (pp. 57–66). New York: Springer.

Brookhart, S. M. (2013). *How to create and use rubrics for formative assessment and grading*. Virginia: Ascd.

Brown, S. R. (1980). *Political subjectivity: Applications of Q methodology in political science*. Yale University Press.

Brown, S. R. (1993). A primer on Q methodology. *Operant subjectivity, 16*(3/4), 91-138.

Burkhardt, H. (2006). Modelling in mathematics classrooms: Reflections on past developments and the future. *ZDM, 38*(2), 178-195.

Büyüköztürk, Ş. (2018). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: istatistik, araştırma deseni, spss uygulamaları ve yorum*. Ankara: Pegem.

Büyüköztürk, Ş. (2014). *Deneysel desenler: öntest sontest kontrol gruplu desen ve veri analizi*. Ankara: Pegem Akademi.

Choulakian, V. (2003). The optimality of the centroid method. *Psychometrika, 68*(3), 473-475.

Christensen, L. B., Johnson, B., Turner, L. A., & Turner, A. L. (2015). *Research methods, design, and analysis.* Horlow: Pearson Education.

Cresswell, J. W. (2016). Araştırma soruları ve hipotezler. Cresswell, J. W. *Arastirma deseni: Nitel, nicel ve karma yontem yaklasimlari.* (Selçuk B. D. Çev.) içinde (s. 139- 153). Ankara: Eğiten Kitap.

Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative.* Boston, MA: Pearson

Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. CS, Thousands Oaks: Sage publications.

Cross, D. I. (2009). Alignment, cohesion, and change: Examining mathematics teachers' belief structures and their influence on instructional practices. *Journal of Mathematics Teacher Education, 12*(5), 325-346.

Çevirgen, A. E. (2016). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik ve matematik eğitimine yönelik inançları. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 1*(39), 37-57.

Çiltaş, A. (2011). *Dizi ve seriler konusunun matematiksel modelleme yoluyla öğretiminin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının öğrenme ve modelleme becerileri üzerine etkisi.* (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Dan, Q., & Xie, J. (2011). Mathematical modelling skills and creative thinking levels: An experimental study. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo-Ferri, and G. Stillman (Eds.), *Trends in teching and learning of mathematical modelling* (pp. 457- 466). New York: Springer.

De Ayala, R. J. (2009). *The theory and practice of item response theory*. NewYork: Guilford Publications.

De Corte, E., Verschaffel, L., & Op't Eynde, P. (2000). Self-regulation: A characteristic and a goal of mathematics education In Boekaerts, M.; Pintrich, P.R.; Zeidner, M. (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 687-726). California, CA: Academic Press.

De Lange, J. (1996). Using and applying mathematics in education. In Bishop, A., Clements, K., Keitel, C., Kilpatricks J., Kilpatrick J. &Laborde C. (Eds.) *International handbook of mathematics education* (pp. 49-97). Springer, Dordrecht.

Dede, Y., & Karakuş, F. (2014). Matematik öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik inançları üzerinde öğretmen eğitimi programlarının etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, *14*(2), 791-813.

Dede, Y., & Uysal, F. (2012). Examining Turkish pre-service elementary teachers' beliefs about the nature and the teaching of mathematics. *International Journal of Humanities and Social Science, 2*(12), 125-135.

DeMars, C. (2010). *Item response theory*. New York: Oxford University Press.

Demir, F., & Kul, M. (2011). *Modern bir araştırma yöntemi olarak; Q metodu*. Ankara: Adalet.

Doerr, H. (2007). What knowledge do teachers need for teaching mathematics through applications and modelling? In W. Blum, P. Galbraith, H. Henn, and M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education*: *The 14th ICMI study* (pp. 69–78). New York: Springer.

Doerr, H. M., & English, L. D. (2003). A modeling perspective on students' mathematical reasoning about data. *Journal for research in mathematics education*, 110-136.

Du Plessis, C. (2005). *A theoretical framework of corporate online communication: a marketing public relations (MPR) perspective* (Doctoral dissertation). University of South Africa.

Ebel, R.L., & Frisbie, D.A (1991). *Essentials of educational measurement* (5th ed.). Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.

Eckes, T. (2011). *Introduction to many-facet Rasch measurement.* Frankfurt: Peter Lang.

Edwards, D. & Hamson, H. (2001). *Guide to mathematical modelling.* MacMillan-Palgrave

Edwards, D. & Hamson, H. (1996). *Mathematical modelling skills.* London: MacMillan Press.

English, L. D. (2006). Mathematical modeling in the primary school. *Educational Studies in Mathematics*, *63*(3), 303–323.

English, L. D., & Mousoulides, N. (2011). Engineering-based modelling experiences in the elementary classroom. In M. S. Khine & I. M. Saleh (Eds.), *Dynamic modeling: Cognitive tool for scientific enquiry* (pp. 173-194). New York: Springer.

Erkuş, A. (2003). *Psikometri üzerine yazılar: Ölçme ve psikolojinin tarihsel kökenleri, güvenirlik, geçerlik, madde analizi, tutumlar: Bileşenleri ve ölçülmesi.* Ankara: Türk Psikologlar Derneği.

Ernest, P. (1989). The knowledge, beliefs, and attitudes of the mathematics teacher: A model. *Journal of Education for Teaching, 15,* 13-33.

Escalante, C. C. (2013). Secondary teachers learn and refine their knowledge during modeling activities in a learning community environment. In Lesh R., Galbraith P. L., Haines R., Hurford A. (Eds) In *Modeling students' mathematical modeling competencies* (pp. 459-469). Dordrecht, Netherland: Springer.

Ferri, R. B. (2011). Effective mathematical modelling without blockages–a commentary. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo-Ferri, and G. Stillman (Eds.), *Trends in teching and learning of mathematical modelling* (pp. 181- 185). New York: Springer.

Ferri, R. B. (2018). *Learning how to teach mathematical modeling in school and teacher education*. Switzerland: Springer International Publishing.

Field, A. (2009). *Discovering statistics using spss*. New York: Sage publications.

Ford, A., & Ford, F. A. (1999). *Modeling the environment: an introduction to system dynamics models of environmental systems*. Island press.

Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H.(2012). *How to design and evaluate research in education*. New York: McGraw-Hill

Friedenthal, S., Moore, A., & Steiner, R. (2014). *A practical guide to SysML: the systems modeling language*. Morgan Kaufmann.

Frisbie, D. A., & Ebel, R. L. (1991). *Essentials of educational measurement.* USA: Prentice-Hall

Furinghetti, F., & Pehkonen, E. (2002). Rethinking characterizations of beliefs. In Leder, G., Pehkonen, E. & Törner, G. (Eds.), *Beliefs: A hidden variable in mathematics education?* (pp. 39-57). Springer, Dordrecht.

Galbraith, P. L., Henn, H. W., & Niss, M. (2007). *Modelling and applications in mathematics education*. New York, NY: Springer.

Galbraith, P. L., Stillman, G., & Brown, J. (2013). Turning ideas into modeling problems. In Lesh R., Galbraith P. L., Haines R., Hurford A. (Eds). *Modeling students' mathematical modeling competencies* (pp. 133-144). Dordrecht: Springer.

García, F. J., Maass, K., & Wake, G. (2013). Theory meets practice: Working pragmatically within different cultures and traditions. In Lesh R., Galbraith P. L., Haines R., Hurford A. (Eds). *Modeling students' mathematical modeling competencies* (pp. 445-457). Dordrecht: Springer.

Gatabi, A. R., & Abdolahpour, K. (2013). Investigating students' modeling competency through grade, gender, and location. In *Proceedings of the 8th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education CERME* (Vol. 8, pp. 1070-1077).

Giordano, F. R., Fox W. P. & Horton, S. B. (2014). *A first course in mathematical modeling.* Boston: Brooks/Cole Cengage Learning.

Gliner, J. A., Morgan, G. A., & Leech, N. L. (2017). *Research methods in applied settings: An integrated approach to design and analysis*. New York: Routledge.

Goldin, G. A. (2002). Affect, meta-affect, and mathematical belief structures. In Leder, G., Pehkonen, E. & Törner, G. (Eds.), *Beliefs: A hidden variable in mathematics education?* (pp. 59-72). Springer, Dordrecht.

Gravemeijer, K. (1997). Commentary solving word problems: A case of modelling. *Learning and Instruction, 7*, 389-397.

Gravetter, F. J., & Wallnau, L. B. (2013). *Statistics for the behavioral sciences*. Wadsworth: Cengage Learning.

Grigutsch, S. & Törner, G. (1998). World views of mathematics held by university teachers of mathematics science. Schriftenreihe des Fachbereichs Matematik, Preprint 420, Gerhard Mercator University, Duisburg. Online at http://www.ub.uni-duisburg.de/ETD-db/theses/available/duett-05272002-102811/unrestricted/mathe121998.pdf

Grootenboer, P., Grootenboer, & Marshman, M. (2016). *Mathematics, affect and learning*. Singapore: Springer.

Güç, F. A. (2015). *Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi*. (Doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Haines, C. & Crouch, R. (2001). Recognizing constructs within mathematical modelling. *Teaching Mathematics and its applications, 20*(3), 129-138.

Haines, C. R., Crouch, R. M. & Davis, J. (2000). *Mathematical modelling skills: A research instrument*. Hatfield: University of Hertfordshire, Department of Mathematics Technical Report No. 55.

Haines, C., & Crouch, R. (2007). Mathematical modelling and applications: Ability and competence frameworks. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. Henn, & M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education* (pp. 417-424). New York: NY: Springer.

Haines, C., Crouch R. & Davis J. (2001). Understanding students' modelling skills. In Matos, J., Blum W., Houston, S. K. & Carreira, S.P. (Eds.). *Modelling and mathematics education, ICTMA, 9*, (pp.366-380). Chichester: Horwood Publishing.

Haines, C., Crouch, R., & Fitzharris, A. (2003). Deconstructing mathematical modelling: Approaches to problem solving. In Ye, Q. X., Blum, W., Houston, S. K., & Jiang, Q. Y. (Eds.). *Mathematical modelling in education and culture: ICTMA 10,* (pp.41-53). Chichester: Horwood Publishing.

Hambleton, R. K., & Swaminathan, H. (1991). *Item response theory: Principles and applications*. New York: Springer Science & Business Media.

Harkness, J. A., Villar, A., & Edwards, B. (2010). Translation, adaptation, and design. In Harkness, J. A., Edwards B., Braun M., Johnson T. P., Lyberg L., Mohler P. P., Pennell, B., & Smith, T. W. (Eds.), *Survey methods in multinational, multiregional, and multicultural contexts*, (pp.115-140). New Jersey: John Wiley & Sons.

Henning, H., & Keune, M. (2007). Levels of modelling competencies. In W. Blum, P. Galbraith, H. Henn, & M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education*: *The 14th ICMI study* (pp. 225–232). New York: Springer.

Hernández, M. L., Levy, R., Felton-Koestler, M. D., & Zbiek, R. M. (2017). Mathematical modeling in the high school curriculum. *Mathematics Teacher*, *110*(5), 336-342.

Hertz, H. (1896). *The principles of mechanics*. London: McMillan and Co.

Houston, K. (2007). Assessing the "phases" of mathematical modelling. In *In W. Blum, P. Galbraith, H. Henn, and M. Niss (Eds.), Modelling and applications in mathematics education* (pp. 249-256). Springer, Boston, MA.

Houston, K., & Neill, N. (2003). Assessing modelling skills. In Lamon, S., Parker, W. & Houston K. (Eds.). *Mathematical modelling: A way of life–ICTMA 11* (pp. 155-164). Chichester: Horwood Publishing.

Houston, S. K. (2001). The theory of multiple ıntelligences and mathematical modelling. modelling and mathematics education. In Matos, J., Blum W., Houston, S. K. & Carreira, S.P. (Eds.). *Modelling and mathematics education, ICTMA, 9,* (pp.30-38). Chichester: Horwood Publishing.

Houston, S. K. (2001). The theory of multiple ıntelligences and mathematical modelling. In Matos, J., Blum W., Houston, S. K. & Carreira, S.P. (Eds.). *Modelling and mathematics education, ICTMA, 9,* 30-38. Chichester: Horwood Publishing.

Izard, I., Haines, C., Crouch, R., Houston, K. & Neill, N. (2003). assesing the ımpact of teaching mathematical modelling: some ımplications. In Lamon, S., Parker, W. & Houston K. (Eds.). *Mathematical modelling: A way of life–ICTMA 11* (pp. 165-177). Chichester: Horwood Publishing.

Jackson, S. L. (2011). *Research methods: A modular approach. Cengage Learning.* California CA: Wadsworth

Jensen, T. H. (2007). Assessing mathematical modelling competency. In Haines, C., Galbraith P., Blum, W. & Khan, S. (Eds.), *Mathematical modeling (ICTMA 12): education, engineering and economics*, 141-148. Chichester: Horwood Publishing.

Kaiser, G. (2005). Mathematical modelling in school – Examples and experiences. In H.-W. Henn & G. Kaiser (Eds.), *Mathematikunterricht im spannungsfeld von evolution und evaluation. festband für Werner Blum*(pp. 99–108). Hildesheim: Franzbecker.

Kaiser, G. (2007). Modelling and modelling competencies in school. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, & S. Khan (Eds.), *Mathematical modelling education, engineering and economics* (pp. 110-119). Chichester: Horwood

Kaiser, G., & Brand, S. (2015). Modelling competencies: Past development and further perspectives. In Stillman, G., Blum, W. & Biembengut M. (Eds.). *Mathematical modelling in education research and practice* (pp. 129-149). Dordrecht: Springer.

Kaiser, G., & Maaβ, K. (2007). Modelling in lower secondary mathematics classroom: Problems and opportunities. In W. Blum, P. Galbraith, H. Henn & M. Niss (Eds.). *Modelling and applications in mathematics education*: *The 14th ICMI study* (pp. 99–108). New York, NY: Springer.

Kaiser, G., & Schwarz, B. (2010). Authentic modelling problems in mathematics education—examples and experiences. *Journal für Mathematik-Didaktik, 31*(1), 51-76.

Kaiser, G., & Stender, P. (2013). Complex modelling problems in co-operative, self-directed learning environments. In Stillman G., Kaiser G., Blum W., & Brown J. (Eds.), *Teaching mathematical modelling: Connecting to research and practice* (pp. 277–293). New York: Springer.

Kaiser, G. & Sriraman B. (2006). A global survey of international perpectives on modelling in mathematics education. *The International Journal on Mathematics Education, 38*(3), 302-310.

Kaiser-Meßmer, G. (1989). Aktuelle richtungen innerhalb der diskussion um anwendungen im mathematikunterricht. *Journal für Mathematik-Didaktik, 10*(4), 309-347.

Kan, A. (2007). Performans değerlendirme sürecine katkıları açısından yeni program anlayışı içerisinde kullanılabilecek bir değerlendirme yaklaşımı: Rubrik puanlama yönergeleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, *7*(1), 129-152.

Karacı, G. (2016). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin geliştirilmesine yönelik öğrenme ortamının hazırlanması ve değerlendirilmesi.* (Yüksek Lisans Tezi). Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.

Karakoç, F. Y., & Dönmez, L. (2014). Ölçek geliştirme çalışmalarında temel ilkeler. *TED, 40*(40).

Kaur, B. & Dindyal, J. (2010). *Mathematical applıcations and modelling*. Singapore: World Scientific Publishing.

Keskin, Ö. Ö. (2008*). Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma.* (Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara.

Knott, A. (2014). *The process of mathematisation in mathematical modelling of number patterns in secondary school mathematics* (Doctoral dissertation). Stellenbosch: Stellenbosch University. Retrived from http://scholar.sun.ac.za/handle/10019.1/96027.

Korkmaz, E. (2010). *İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modellemeye yönelik görüşleri ve matematiksel modelleme yeterlikleri.* (Doktora Tezi). Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

Kuehner, J. P., & Mauch, E. K. (2006). Engineering applications for demonstrating mathematical problem-solving methods at the secondary education level. *Teaching Mathematics and Its Applications, 25* (4), 189–195.

Lawson, M. J. (1997). Experimental studies. In Keeves J.P. (Eds.), *Educational research, methodology and measurement: An international handbook*. (pp. 126-133). Oxford: Pergamon.

Lawson, D., & Marion, G. (2008). An introduction to mathematical modeling. *Bioinformatics and statistics Scotland*, 3-13.

Leggette, H. R., & Redwine, T. (2016). Using Q methodology in agricultural communications research: A philosophical study. *Journal of Applied Communications*, *100*(3), 7.

Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Origins and evolution of model-based reasoning in mathematics and science. In Lesh, R. & Doerr, H. (Eds.), *Beyond constructivism: A models and modelling perspective on teaching, learning, and problem solving in mathematics education*, (pp.59-70). Mahwah: LawrenceErlbaumAssociates.

Lesh, R. A., & Doerr, H. (2003). Foundations of model and modelling perspectives on mathematics teaching and learning. In R. A. Lesh, & H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: A models and modelling perspectives on mathematics teaching, learning and problem solving* (pp. 3-33). Mahwah, NJ: Lawrance Erlbauum.

Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003). *Beyond constructivism*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum

Levy, Y. (2006). *Assessing the value of e-learning systems.* London: Idea Group.

Linacre, J. M. (1994). *Many-faceted rasch measurement.* Chicago: Mesa Press.

Linacre, J. M. (2002). Facets, factors, elements and levels. *Rasch Measurement Transactions, 16*(2), 880.

Linacre, J. M. (2012). *Many-facet rasch measurement: Facets tutorial.* www.winsteps. com/a/ftutorial2. pdf. Retrieved August, 27, 2017.

Lingefjärd, T. (2004). *Assessing engineering student's modeling skills*. http://wvvw.cdio.org/files/document/file/assess_model_skls.pdf adresinden erişilmiştir.

Ludwig, M., & Reit, X. R. (2013). A cross-sectional study about modelling competency in secondary school. In Stillman G. A., Kaiser G., Blum, W., & Brown, J. P. (Eds). *Teaching mathematical modelling: Connecting to research and practice* (pp. 327-337). New York, NY: Springer.

Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *The International Journal on Mathematics Education, 38* (2), 113-142.

Mason, J. (1984). What do we really want students to learn?. *Teaching at a Distance, 25,* 4-11.

Masterton-Gibbons, M. (2007). *A concrete approach to mathematical modelling.* New Jersey: John Wiley & Sons.

McKeown, B. (1990). Q methodology, communication, and the behavioral text. *Electronic Journal of Communication/La Revue Electronique de Communication, 1*(1).

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2005). *İlköğretim matematik dersi öğretim programı:6,7,8,. Sınıflar.* Ankara: Yazar.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). *İlkokul ve ortaokul matematik dersi (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Yazar.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). *Ortaöğretim matematik dersi öğretim programı*. Ankara: Yazar.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Ortaöğretim matematik dersi öğretim programı*. Ankara: Yazar.

Mischo, C., & Maaß, K. (2012). Which personal factors affect mathematical modelling? The effect of abilities, domain specific and cross domain-competences and beliefs on performance in mathematical modelling. *Journal of Mathematical Modelling and Application, 1*(7), 2-19.

Mousoulides, N. G. (2013). Facilitating parental engagement in school mathematics and science through inquiry-based learning: an examination of teachers' and parents' beliefs. *ZDM, 45*(6), 863-874.

Mousoulides, N. G., & English, L. D. (2011). Engineering model eliciting activities for elementary school students. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo-Ferri, and G. Stillman (Eds.), *Trends in teching and learning of mathematical modelling* (pp. 221-230). New York: Springer.

Myford, C. M., & Wolfe, E. W. (2004). Detecting and measuring rater effects using many-facet Rasch measurement: Part II. *Journal of applied measurement, 5*(2), 189-227.

National Council of the Teachers of Mathematics [NCTM] (1989). *Curriculum and evaluation standards for scliool mathematics*. Reston, VA: Author.

Neunzert, H. (2015). *Currents in ındustrial mathematics*. Springer, Berlin, Heidelberg.

Newman, I., & Ramlo, S. (2010). Using Q methodology and Q factor analysis in mixed methods research. In Greene, J. C., Hall, J. N., Tashakkori, A., & Teddlie, C. (Eds.), *Sage handbook of mixed methods in social and behavioral research (*pp. 505-530). CA, Thousands Oaks: Sage.

Niss, M., & Højgaard, T. (Eds.). (2011). *Competencies and mathematical learning. Ideas and inspiration for the development of mathematics teaching and learning in Denmark*. Roskilde University: IMFUFA.

Niss, M., Blum, W., & Galbraith, P. L. (2007). Introduction. In M. Niss, W. Blum, H. Henn, & P. L. Galbraith (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education* (pp. 3-32). New York: Springer.

OECD. (2003). *The PISA 2003 assessment framework: mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills.* Paris: Author

OECD (2014). *PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Mathematics, Reading and Science (Volume I, Revised edition, February 2014).* PISA: OECD Publishing. http://dx.doi.org/10.1787/9789264208780-en

OECD (2017). *PISA 2015 Results (Volume V): Collaborative Problem Solving.* OECD Publishing, Paris. http://dx.doi.org/10.1787/9789264285521-en

Op't Eynde, P., De Corte, E., & Verschaffel, L. (2002). Framing students' mathematics-related beliefs. In Leder, G., Pehkonen E., & Törner G. (Eds.), *Beliefs: A hidden variable in mathematics education?* (pp. 13-37). Springer, Dordrecht.

Organisation for Economic Co-operation and development [OECD]. (2009). *Learning mathematics for life: A perspective from PISA*. Paris: Author.

Owusu-Bempah, J. (2014). How can we best interpret effective leadership? The case for Q method. *Journal of Business Studies Quarterly*, *5*(3), 47.

Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of educational research*, *62*(3), 307-332.

Paksu, A. D. (2008). Comparing teachers' beliefs about mathematics in terms of their branches and gender. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *35*(35).

Pallant, J. (2005). *SPSS survival manual: a step by step guide to data analysis using spss for windows*. Australia: Allen & Unwin

Pehkonen, E. (1994). On teachers' beliefs and changing mathematics teaching. *Journal für Mathematik-Didaktik*, *15*(3-4), 177-209.

Pehkonen, E., & Pietilä, A. (2003, February). On relationships between beliefs and knowledge in mathematics education. In *Proceedings of the CERME-3 TG-2,* (1-8).

Philipp, R. A. (2007). Mathematics teachers' beliefs and affect. In F. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*. (pp. 257-315). Greenwich: Information Age.

Pollak, H. (1979). The interaction between mathematics and other school subjects. In UNESCO (Eds.), *New Trends in Mathematics Teaching IV*. Paris: UNESCO, (pp.232-248).

Polya, G. (1971). *How to solve it: A new aspect of mathematical method mathematical method*. Princeton: Princeton University Press.

Prieto, G., & Nieto, E. (2014). Analysis of rater severity on written expression exam using Many Faceted Rasch Measurement. *Psicológica, 35*(2).

Ramlo, S. (2012). Determining faculty and student views: Applications of q methodology in higher education. *Journal of Research in Education, 22*(1), 86-107.

Ramlo, S. (2016). Mixed method lessons learned from 80 years of Q methodology. *Journal of Mixed Methods Research, 10*(1), 28-45.

Ramlo, S. E., & Newman, I. (2011). Q methodology and its position in the mixed methods continuum. *Operant Subjectivity, 34*(3), 172-191.

Raykov, T. & Marcoulides, G. A. (2011). *Introduction to psychometric theory*. New York: Taylor & Francis Group.

Raymond, A. M. (1997). Inconsistency between a beginning elementary school teacher's mathematics beliefs and teaching practice. *Journal for Research in Mathematics Education, 28*, 550-576.

Reise, S. P., & Revicki, D. A. (2015). *Handbook of item response theory modeling: Applications to typical performance assessment*. New York: Routledge.

Richardson, V. (1996). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. In J. Sikula (Ed.,) *Handbook of research on teacher education* (pp. 102-119). *New York: Macmillan.*

Robbins, P., & Krueger, R. (2000). Beyond bias? The promise and limits of Q method in human geography. *The Professional Geographer, 52*(4), 636-648.

Rozalia, G. M. (2008). Q factor analysis (Q-methodology) as data analysis technique. *Analele Unıversıtăţıı Dın Oradea, 73,* 871-876.

Sanfratello, A. (2015). *Developing perspectives of mathematical modeling: a qualitative case study of two teachers*. (Doctoral dissertation). Columbia: Columbia University.

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

Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In D. A. Grouws (Eds.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 334–370). New York: Macmillan.

Shavelson, R. J. (2010). On the measurement of competency. *Empirical research in vocational education and training*, *2*(1), 41-63.

Shinebourne, P., & Adams, M. (2007). Q-methodology as a phenomenological research method. *Existential Analysis*, *18*(1), 103.

Stenner, P. & Stainton Rogers, R. (2004) Q methodology and qualiquantology: The example of discriminating between emotions. In Todd, Z., Nerlich, B., McKeown, S. & Clarke, D.D. (Eds.) *Mixing methods in psychology: the integration of qualitative and quantitative methods in theory and practice.* New York: Psychology Press.

Stenner, P. H. D., Dancey, C. P., & Watts, S. (2000). The understanding of their illness amongst people with irritable bowel syndrome: a Q methodological study. *Social science & medicine*, *51*(3), 439-452.

Stenner, P., & Marshall, H. (1995). AQ methodological study of rebelliousness. *European Journal of Social Psychology*, *25*(6), 621-636.

Stenner, P., Watts, S & Worrell, M. (2008). Q methodology. In Willig, C. & Stainton-Rogers, W. (Eds.) *The SAGE handbook of qualitative research in psychology*. (pp. 215-232). UK: Cromwell Press.

Stillman, G. (2010). Implementing applications and modelling in secondary school: Issues for teaching and learning. In Kaur B., Dindyal J. (Eds.), *Mathematical applications and modelling: yearbook 2010, association of mathematics educators* (pp. 300-322). World Scientific Publishing: Singapore.

Stillman, G., Galbraith, P., Brown, J., & Edwards, I. (2007). A framework for success in implementing mathematical modelling in the secondary classroom. *Mathematics: Essential research, essential practice*, *2*, 688-697.

Swanson, R. A., & Law, B. D. (1993). Whole-part-whole learning model. *Performance Improvement Quarterly*, *6*(1), 43-53.

Swanson, R. A., & Law, B. D. (2008). Whole-part-whole learning model. In Knowles M. S., Holton E. F. & Swanson R. A. (Eds.) *The adult learner: The definitive classic in adult education and human resource development.* MA: Elsevier Inc.

Şencan, H. (2005). *Sosyal ve davranışsal ölçümlerde geçerlilik ve güvenirlik*. Ankara: Seçkin Matbaası.

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics*. New Jersey: Pearson Education.

Tekin Dede, A. (2015). *Matematik derslerinde öğrencilerin modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi: bir eylem araştırması.* (Doktora Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Thompson, A. (1992). Teachers beliefs and conceptions: A synthesis of the research. In A. D. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics learning and teaching* (pp. 127-146). New York: Macmillan.

Toffoli, S. F. L., de Andrade, D. F., & Bornia, A. C. (2016). Evaluation of open items using the many-facet Rasch model. *Journal of Applied Statistics*, *43*(2), 299-316.

Törner G. (1998). *Self estimating teachers' views on mathematics teaching – modifying dionne's approach*. Paper Presented at the Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (Pme-Na 20), Raleigh, North Carolina. Retrived from https://www.uni-due.de/imperia/md/images/mathematik/ag_toerner/pme-na-20.pdf.

Törner, G., & Pehkonen, E. (1999). *Teachers' beliefs on mathematics teaching—comparing different self-estimation methods—a case study*. Retrieved April 16, 2017, from www.uni-duisburg.de/FB11/PUBL/SOURCE/AGET_98Final.ps

Uçar, Z. T., & Demirsoy, N. H. (2010). Eski-yeni ikilemi: matematik öğretmenlerinin matematiksel inançları ve uygulamaları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *39*(39).

Vianello, M., & Robusto, E. (2010). The many-facet rasch model in the analysis of the Go/No-Go association task. *Behavior research methods*, *42*(4), 944-956.

Ward, W. (2010). Q and you: The application of Q methodology in recreation research. In *In: Watts, C. E., Jr.; Fisher, C. L.,* (Eds.). *Proceedings of the 2009 Northeastern Recreation Research Symposium. Gen. Tech. Rep. NRS-P-66. Newtown Square, PA: US Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station: 75-80*. (Vol. 66, pp. 75-80).

Watts, S., & Stenner, P. (2005). Doing Q methodology: theory, method and interpretation. *Qualitative research in psychology*, *2*(1), 67-91

Weinert, F. E. (1999). Definition and selection of competencies: Concepts of Competence. *Organization for Economic Co-operation and Development*.

Widjaja, W. (2013). Building awareness of mathematical modelling in teacher education: A case study in Indonesia. In Stillman G., Kaiser G., Blum W. & Brown J. (Eds.), *Teaching mathematical modelling: Connecting to research and practice* (pp. 583–593). New York: Springer.

Winter, M., & Venkat, H. (2013). Pre-service teacher learning for mathematical modelling. In Stillman G. A., Kaiser G., Blum, W., & Brown, J. P. (Eds). *Teaching mathematical modelling: Connecting to research and practice* (pp. 395-404). New York, NY: Springer.

Wright, B.D. & Linacre, J.M. (1994). Reasonable mean-square fit values. Transactions of the Rasch measurement SIG American educational research association. *Rasch measurement Transaction, 8*(3), 370-382.

Yanbıyık, S. (2016). *Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerileri: fermi problemleri uygulamaları.*(Yüksek Lisans Tezi).Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Tokat.

Zöttl, L., Ufer, S., & Reiss, K. (2010). Modelling with heuristic worked examples in the KOMMA learning environment. *Journal für Mathematik-Didaktik, 31*(1), 143-165.

Zöttl, L., Ufer, S., & Reiss, K. (2011). Assessing modelling competencies using a multidimensional IRT approach. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo-Ferri, & G. Stillman (Eds.), *Trends in teching and learning of mathematical modelling* (pp. 427-437). New York: Springer.

# EKLER

**EK 1**

## Matematiksel Modelleme Testi

Matematiksel modelleme ile ilgili aşağıdaki soruları cevaplamaya çalışınız. Aşağıdaki test çoktan seçmeli bir test olup A,B,C,D,E seçeneklerinden size göre doğru olanı işaretleyiniz.

Ad: Soyad:

**1)** Aşağıdaki gerçek yaşam problemini göz önüne alınız **( Çözmeye çalışmayınız!).**

*Yeni bir otobüs güzergâhına yolcuların bekleyebileceği üstü kapalı bir durak konulmak isteniyor. En fazla sayıda yolcunun otobüsü kullanabilmesi için Belediye, otobüs durağını nereye koymalıdır? ( **Not:** Talep fazlalığında ek sefer konulmayacaktır.)*

Yukarıdaki durum için basit bir matematiksel model oluştururken aşağıdaki varsayımlardan hangisi sizce **en az** önemlidir?

A) Sadece bir üstü kapalı durağın konulması
B) Yolun düz olması
C) Havanın yağışlı veya güneşli olması ihtimali
D) Otobüsün yarım saatte bir gelmesi
E) Yolcuların otobüse vaktinde binebilmek için fazla mesafe yürümeyecek olması

**2)** Aşağıdaki gerçek yaşam problemini göz önüne alınız **( Çözmeye çalışmayınız!).**

*Yeni bir tramvay güzergâhı üzerine üstü kapalı bir durak konulmak istenmektedir. Tramvaydan en fazla sayıda yolcunun faydalanabilmesi için tramvay durağı nereye konulmalıdır? (**Not:** Talep fazlalığında ek sefer konulmayacaktır.)*

Yukarıdaki durum için basit bir matematiksel model oluştururken aşağıdaki varsayımlardan hangisi sizce **en az** önemlidir?

A) Yolcuların tramvaya vaktinde binmek için fazla mesafe yürümeyecek olmaları
B) Tramvayın 20 dakikada bir gelmesi
C) Tramvay yolunun tek hatlı olması
D) Tramvayın her iki baştan da sürülebiliyor olması
E) Durağın tramvay yolunun herhangi bir yerine konulabiliyor olması

**3)** Aşağıdaki gerçek yaşam problemini göz önüne alınız **( Çözmeye çalışmayınız!).**

*İşlek bir yola yaya geçidi yapılmak istenmektedir. Yol tek yönlü, düz ve tek şeritlidir.*

Yukarıdaki durumda yaya geçidinin gerekli olup olmadığını belirlemek için oluşturulmak istenen matematiksel modelde aşağıdaki varsayımlardan hangisi **en az** öneme sahiptir?

A) Geçidin yayaların kullandığı trafik ışığı butonu ile kullanılabilmesi
B) Trafik yoğunluğunun sabit olması
C) Trafik akışının sabit ve hız limitine eşit olması
D) Yayaların geçiş oranının sabit olması
E) Yayaların geçidi kullanabilmeleri için uzun mesafe yürümeyecek olmaları

**4)** Aşağıdaki gerçek yaşam problemini göz önüne alınız **( Çözmeye çalışmayınız!).**

*Bisiklet tekerleri için en uygun boyut nedir?*

Yukarıdaki durum dikkate alındığında aşağıdakilerden hangisi bisikletin sürüş konforunu belirlemek için sorulabilecek **en iyi** sorudur?

A) Tekerlekler pedallara zincirle mi bağlıdır?
B) Sürücünün boyu ne kadardır?
C) Bisiklet viteslere sahip midir?
D) Üzerine çıkılacak olan en yüksek kaldırımın yüksekliği ne kadardır?
E) Sürülecek olan yolun (arazinin) durumu nasıldır?

**5)** Aşağıdaki gerçek yaşam problemini göz önüne alınız **( Çözmeye çalışmayınız!).**

*Çocuk arabası tekerlekleri için en uygun boyut nedir?*

Yukarıdaki durum dikkate alındığında aşağıdakilerden hangisi çocuğun hissettiği sürüş konforunu belirlemek için sorulabilecek **en iyi** sorudur?

A) Bebek arabası üç veya dört tekere mi sahiptir?
B) Ön ve arka tekerler arasındaki mesafe nedir?
C) Koltuk mindere sahip midir?
D) Çocuk kaç yaşındadır?
E) Kaldırım asfalt mı veya döşeme taşı mı?

**6)** Aşağıdaki gerçek yaşam problemini göz önüne alınız **( Çözmeye çalışmayınız!).**

*Araçların arka arkaya tek bir sıra halinde park edildiği bir sokakta iki aracın arasındaki boşluğa geri geri park etmek istiyorsunuz. İki aracın arasındaki boşluk sizin aracınızın uzunluğunun bir buçuk katı kadardır.* Buna göre, manevranın başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için aşağıdaki değişkenlerden hangisi **<u>en önemlidir</u>**?

A) Aracın dönme açısı
B) Aracınızın girmeye çalıştığınız boşluğa olan mesafesi
C) Mevcut hava şartları
D) Kaldırımın üstüne çıkıp çıkamayacağınız
E) Geri gitmeye başlamadan önce arabanızla paralel olarak park edilmiş arabalar arasındaki mesafe

**7)** Aşağıdaki gerçek yaşam problemini göz önüne alınız **( Çözmeye çalışmayınız!).**

*Havayolu şirketleri havaalanında yolcularının check-in yapabilmeleri için çok sayıda check-in bankosu bulundurmaları gerekmektedir. Bazı yoğun zamanlarda ise check-in bankolarda yolcuların beklemek zorunda kaldıkları uzun kuyruklar oluşmaktadır. Bu durumda bir havayolu şirketi sadece bir sıra oluşturup sıradaki ilk yolcuyu boş olan check-in bankosuna çağırarak mı yolcularına check-in imkânı sağlamalı veya yolcular her bir check-in bankosunda ayrı ayrı kuyruk oluşturarak mı check-in yapmalı?*

Aşağıda yarım kalmış problem durumu A,B,C,D,E seçeneklerinden hangisiyle **<u>en uygun</u>** şekilde tamamlanabilir? (***Check-in****: Uçağa binmeden önce oturma yerinin belirlenmesi için yaptırılması gereken kayıt işlemi*)

Havaalanında 10 tane check-in bankosu vardır ve yolcular bu bankolara düzenli sıklıkta farklı miktarda bagaj yüküyle gelmektedirler. Her bir bankoda ayrı ayrı kuyruk oluşturulduğunda, her bir yolcunun ortalama bekleme süresini bulabileceğiniz bir model geliştiriniz ve bu süreyi ……

A) 5 bankoda ayrı ayrı kuyrukların oluşturulduğu ve kalan 5 bankoya tek bir kuyruktan yolcu alındığı durumdaki yolcuların ortalama bekleme süresiyle karşılaştırınız.
B) 10 bankoya tek bir kuyruktan yolcu alındığı durumdaki yolcuların ortalama bekleme süresiyle karşılaştırınız.
C) bazı bankolara tek bir kuyruktan yolcu alınıp kalan bankoların her birinde ayrı ayrı kuyruk oluşturulduğu durumdaki yolcuların ortalama bekleme süresiyle karşılaştırınız.
D) 8 bankoda ayrı ayrı kuyruk oluşturulduğu ve kalan 2 bankoya tek bir kuyruktan yolcu alındığı durumdaki yolcuların ortalama bekleme süresini karşılaştırınız.
E) 2 bankoda ayrı ayrı kuyruk oluşturulduğu ve kalan 8 bankoya tek bir kuyruktan yolcu alındığı durumdaki yolcuların ortalama bekleme süresini karşılaştırınız.

**8)** Aşağıdaki gerçek yaşam problemini göz önüne alınız **( Çözmeye çalışmayınız!).**

*Büyük bir süpermarket çok sayıda yazar kasaya sahiptir. Fakat bazı kalabalık anlarda çok fazla kuyruk oluşmaktadır bu durumlarda birkaç tane ürün alan müşteriler için kuyrukta beklemek çok can sıkıcı olabilmektedir. Belli bir sayının altında ürün alan müşteriler için hızlı yazar kasalar konulmalı mıdır?*

Aşağıda yarım kalmış problem durumu A,B,C,D,E seçeneklerinden hangisiyle **en uygun** şekilde tamamlanabilir?

Markette 5 tane yazar kasa olduğunu ve bu kasalara belli zaman aralıklarıyla farklı sayıda (30'dan az) ürün almış müşterilerin geldiklerini farz edelim. Normal olarak işleyen bu 5 yazar kasadaki her bir müşterinin ortalama bekleme süresiyle……..

A) 1 yazar kasanın normal olarak çalıştığı diğer 4 yazar kasanın ise 8 veya daha az ürün alanlara ayrıldığı durumdaki her bir müşterinin bekleme süresiyle kıyaslayınız.
B) 4 yazar kasanın normal olarak çalıştığı diğer yazar kasanın ise az ürün alanlara ayrıldığı durumdaki her bir müşterinin bekleme süresiyle kıyaslayınız.
C) 1 yazar kasanın normal olarak çalıştığı diğer 4 yazar kasanın ise az ürün alanlara ayrıldığı durumdaki her bir müşterinin bekleme süresiyle kıyaslayınız.
D) bazı yazar kasaların normal olarak çalıştığı diğer yazar kasaların ise az ürün alanlara ayrıldığı durumdaki her bir müşterinin bekleme süresiyle kıyaslayınız.
E) 4 yazar kasanın normal olarak çalıştığı diğer yazar kasanın ise 8 veya daha az ürün alanlara ayrıldığı durumdaki her bir müşterinin bekleme süresiyle kıyaslayınız.

**9)** Aşağıdaki gerçek yaşam problemini göz önüne alınız **( Çözmeye çalışmayınız!).**

*Bir bankada birden fazla gişe bulunmaktadır. Gişelerde müşterilerin bazılarının sadece bir işlemi varken (fatura yatırmak veya havale gibi) bazı müşterilerin oldukça uzun işlemleri (iş yeriyle ilgili finans işlemleri ve kredi işlemleri gibi) bulunmaktadır. Bankanın müşterilerine hizmet verebilmek için sadece bir sıra sistemi mi olmalıdır veya bazı gişelerini az sayıda işlemi bulunan müşterilerine mi ayırmalıdır?*

Aşağıda yarım kalmış problem durumu A,B,C,D,E seçeneklerinden hangisiyle **en uygun** şekilde tamamlanabilir?

Bankada 6 gişe vardır ve müşteriler bankaya belli zaman aralıklarıyla farklı sayıda işlem yaptırmak için gelmektedirler. 6 gişenin sadece bir sıra sistemiyle çalıştığı durumdaki her bir müşteri için ortalama bekleme süresini bulabilecek bir model geliştiriniz ve bu süreyi ……...

A) gişelerde ayrı ayrı sıralar oluşturulduğu durumda her bir müşterinin ortalama bekleme süresiyle karşılaştırınız.
B) bazı gişelerde ayrı ayrı sıralar oluşturulduğu kalan gişelerde ise tek bir sıra sisteminin olduğu durumdaki her bir müşterinin ortalama bekleme süresiyle karşılaştırınız.
C) bir gişede, az işlemi olanlar için hızlı sıra sisteminin uygulandığı diğer beş gişede ise tek bir sıra sisteminin olduğu durumdaki her bir müşterinin ortalama bekleme süresiyle karşılaştırınız.
D) bazı gişelerde hızlı sıra sisteminin uygulandığı diğer gişelerde ise yavaş sıra sisteminin uygulandığı durumdaki her bir müşterinin ortalama bekleme süresiyle karşılaştırınız.
E) iki gişede ayrı ayrı sıra oluşturulduğu ve diğer gişelerde tek bir sıra sisteminin olduğu durumdaki her bir müşterinin ortalama bekleme süresiyle karşılaştırınız.

**10)** Aşağıdaki gerçek yaşam problemini göz önüne alınız **( Çözmeye çalışmayınız!).**

*Acil durumlarda bir büroyu boşaltmak için gereken zaman güvenlik uzmanı tarafından bilinmek istenmektedir. Çıkışın kolay ve güvenli olması açısından birbiriyle çelişen durumlar söz konusudur.*

Dolu bir ofisin, acil bir durumda tek sıra halinde tahliyesinin basit bir matematiksel modeli oluşturulmak istenmektedir. Ofisteki insanların acil tahliyelerinin matematiksel modeli oluşturulmak istendiğinde aşağıdaki seçeneklerden hangisi oluşturulmak istenen bu model için **en uygun** değişkenleri içermektedir?

A) Alarm çaldıktan sonra geçen zaman; t zamanda çıkan insan sayısı; Alarmın çaldığı saat
B) Çıkarılması gereken insan sayısı; Alarm çaldıktan sonra geçen zaman; t zamanda çıkan insan sayısı
C) t zamanda çıkan insan sayısı; Acil durumun oluştuğu saat; Acil çıkış kapılarının genişliği
D) İnsanların hepsinin çıkarılması için geçen zaman; Çıkan insanlar arasındaki boşluk; Acil çıkış kapılarının genişliği
E) Sıra halinde dizilmiş insanların hızı; İlk insanın çıkışına kadarki gecikme zamanı; Dışarıya çıkarılmış kişisel eşyaların miktarı

**11)** Aşağıdaki gerçek yaşam problemini göz önüne alınız **( Çözmeye çalışmayınız!).**

*Havaalanına acil bir iniş sonrası bir uçağın tahliyesi için gereken süre güvenlik ve acil yardım birimi tarafından bilinmek istenmektedir. Güvenlik ve çıkışın kolay olması açısından birbiriyle çelişen durumlar söz konusudur.*

Uçağın gövdesi, koridorunun her iki yanı ikişer koltuk alacak kadar geniştir. Acil bir durumda uçaktaki yolcuların uçak koridorunun baş ve son tarafından birer birer tahliyeleri planlanmaktadır. Uçaktaki yolcuların acil tahliyelerinin matematiksel modeli oluşturulmak istendiğinde aşağıdaki seçeneklerden hangisi oluşturulmak istenen bu model için **en uygun** değişkenleri içermektedir?

A) Acil inişten sonra geçen zaman; t zamanda uçaktan çıkan insan sayısı; Uçağın acil iniş yaptığı saat
B) Uçaktan ilk yolcunun tahliyesinden önce kemerleri çözmek için geçen zaman; Koltuktan kalkan yolcuların hızı; Yolcuların yanına aldıkları eşyaları
C) t zamanda uçaktan çıkan insan sayısı; Uçağın acil iniş yaptığı saat; Acil çıkış kapılarının genişliği
D) Yolcuların hepsini tahliye etmek için geçen zaman; Çıkış yapan yolcuların arasındaki mesafe; Acil çıkış kapılarının genişliği
E) Uçaktaki insan sayısı; Acil inişten sonra geçen zaman; t zamanda uçaktan çıkan insan sayısı

**12)** Aşağıdaki gerçek yaşam problemini göz önüne alınız **( Çözmeye çalışmayınız!).**
*Üniversite acil tahliye süresini tahmin edebilmek için biden fazla yangın tatbikatı düzenlemiştir. Bir yangın esnasında öğrencilerin laboratuvardan acil çıkışını göz önüne alınız.*

Öğrencilerin laboratuvardan acil çıkışının matematiksel modeli oluşturulmak istendiğinde aşağıdaki seçeneklerden hangisi oluşturulmak istenen bu model için **en uygun** değişkenleri içermektedir?

A) Alarm çaldıktan sonra geçen zaman; t zamanda çıkan öğrenci sayısı; Çıkışın öğlen veya sabahleyin olması
B) Çıkış yapacak olan öğrenci sayısı; Alarm çaldıktan sonra geçen zaman; t zamanda çıkan öğrenci sayısı
C) t zamanda çıkan öğrenci sayısı; Çıkışın öğlen veya sabahleyin olması; Laboratuvar kapılarının genişliği
D) Öğrencilerinin tamamının tahliyesi için gereken zaman; Çıkış yapan ardışık öğrenciler arasındaki mesafe; Laboratuvar kapılarının genişliği
E) Laboratuvardan çıkış yapan öğrencilerin oranı; İlk öğrenci çıkana kadar geçen zaman; Taşınan çanta ve kitap sayısı

**13)** *Güverte taşıma alanı A olan bir feribot, araba ve otobüs taşımaktadır. Arabaların güvertede kapladığı alan C ve otobüslerin güvertede kapladığı alan L' dir. Her bir araba, taşıma ücreti için p TL, otobüsler ise q TL vermektedir. İşletme yöneticisi bir seferde elde edebileceği maksimum geliri hesaplamak için kaç tane araba (x) ve otobüs (y) taşıyabileceklerini bilmek istemektedir.*

Güverte alanının sınırlı A ile sınırlı olduğu bilindiğine göre aşağıdaki seçeneklerden hangisi güverte alanına bağlı olarak elde edilecek olan geliri vermektedir?

| | **Kazanılan Para:** | **Şart:** |
|---|---|---|
| A) | $xp + yq$ | $yC + xL \leq A$ |
| B) | $xp + yq$ | $xC + yL \leq A$ |
| C) | $(x + y)(p + q)$ | $xC + yL \leq A$ |
| D) | $xp + yq$ | $xC + yL = A$ |
| E) | $(x + y)(p + q)$ | $(x + y)(C + L) \leq A$ |

**14)** Bir süper markette müşteriler iki kasada sıra oluşturmuşlardır. Birinci sırada $m_1$ tane müşteri vardır ve her biri $n_1$ tane ürün almıştır. İkinci sırada ise $m_2$ tane müşteri vardır ve her biri $n_2$ tane ürün almıştır. Her bir ürünü kasadan geçirmek t saniye sürmektedir ve her bir müşteri kasada p saniye beklemektedir. Müşteriler hangi sırada daha az bekleyeceklerini tahmin etmek istemektedirler.

Aşağıdaki seçeneklerden hangisi birinci kuyrukta beklemenin **daha avantajlı** olduğu durumu vermektedir?

A) $m_1(p + n_1t) = m_2(p + n_2t)$
B) $m_1(p + n_1t) < m_2(p + n_2t)$
C) $m_2(p + n_2t) \leq m_1(p + n_1t)$
D) $m_2(p + n_2t) < m_1(p + n_1t)$
E) $m_1(p + n_1t) \leq m_2(p + n_2t)$

**15)** *Bilgisayar servis odası için yeni yazıcılar alınacaktır. Alpha yazıcılarının her biri p TL ve Beta yazıcılarının her biri q TL' ye mal olmaktadır. Alpha yazıcısı zeminde r $m^2$ ve Beta yazıcısı s $m^2$ yer kaplamaktadır. Oda ise t $m^2$ zemin alanına sahiptir. Her ikisinden en az b tane alınması gerekmektedir ve toplam rakam A TL' yi geçmemelidir.*

Aşağıdaki seçeneklerden hangisi x tane Alpha model ve y tane Beta model yazıcısından alındığı zamanki durumu matematiksel olarak modellemektedir?

| | **Kazanılan Para:** | **Şart:** |
|---|---|---|
| A) | $x \geq b, y \geq b$<br>$xr + sy \leq t$ | $px + qy \leq A$ |
| B) | $x > b, y > b$<br>$xr + sy < t$ | $px + qy \leq A$ |
| C) | $x \geq b, y \geq b$<br>$xs + ry \leq t$ | $py + qx \leq A$ |
| D) | $x > b, y > b$<br>$(x + y)(r + s) \leq t$ | $(p + q)(r + s) = A$ |
| E) | $x \leq b, y \leq b$<br>$xr + sy \geq t$ | $px + qy \geq A$ |

**16)** Aşağıdaki seçeneklerden hangisi ayçiçeğinin büyümesinin (boy uzunluğunun) zamana (t) bağlı değişimini **<u>en uygun (yakın)</u>** şekilde matematiksel olarak modellemektedir?

A) $1 - e^{-t}$ B) $(1 - t)^2$ C) $t$

D) $t - t^2$ E) $\frac{1}{1 + e^{-t}}$

**17)** Aşağıdaki seçeneklerden hangisi durgun haldeyken hızlanmaya başlayan bir aracın hızının, zamana (t) bağlı olarak değişimini veren **<u>en yakın</u>** matematiksel ifadedir?

A) $1- e^{-t}$ B) $(1 - t)^2$ C) $t$

D) $t - t^2$ E) $\frac{1}{1 + e^{-t}}$

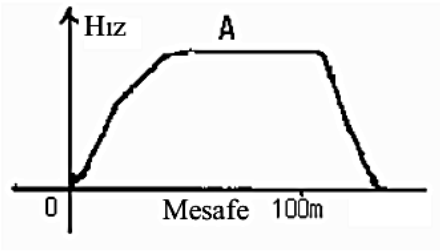
**18)** Aşağıdaki seçeneklerden hangisi yüksek bir binadan bırakılan cismin, zamana bağlı olarak aldığı mesafeyi **<u>en uygun (yakın)</u>** olarak modellemektedir?

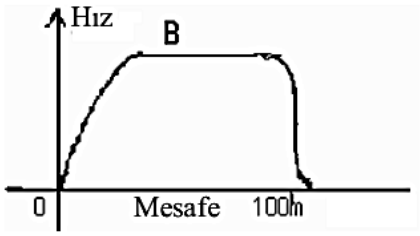
A) $e^{5t} - 1$ B) $(1 - 5t)^2$ C) $5t$ D) $5t^2$ E) $\frac{1}{1+e^{5t}}$

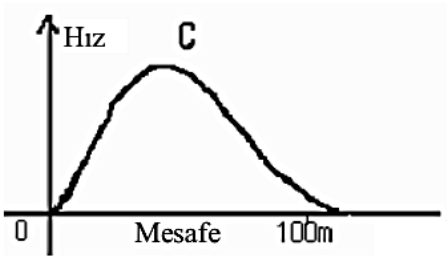
**19)** Aşağıda verilen bir durum kısmen modellenmiştir:

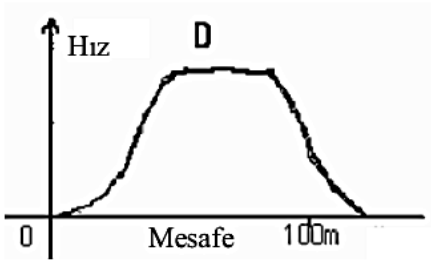
*Bir 100 m koşucusu olimpiyatlarda katılmış olduğu yarışı kazanmıştır. Ellerini kaldırarak seyircileri selamladıktan sonra durup dev ekrandan koşusunun tekrarını izlemektedir.*

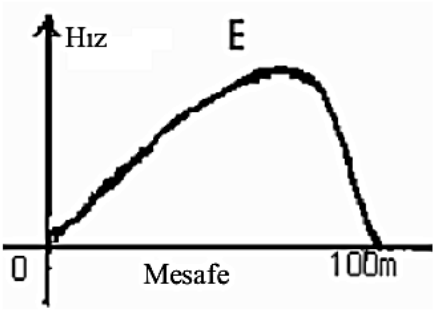
Aşağıdaki grafiklerden hangisi koşucunun, yarışın başlangıcından itibaren videoyu izlemesinin bitimine kadar aldığı mesafenin hıza bağlı olarak değişimini **<u>en iyi</u>** şekilde göstermektedir?



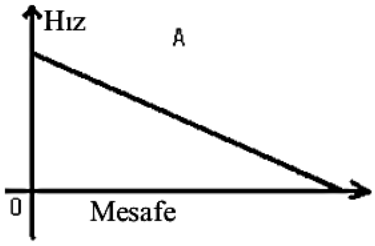



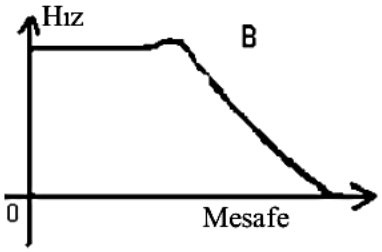



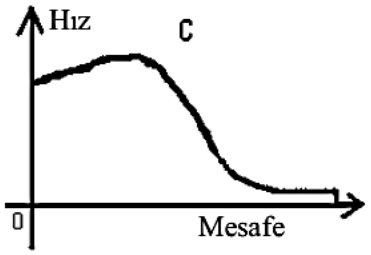
**20)** Aşağıda verilen durum kısmen modellenmiştir:

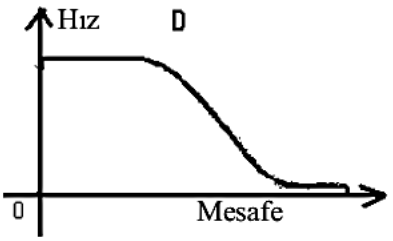
*Bir uçak yoğunluktan dolayı havaalanına iniş yapmak için sırasını beklemektedir. Bu uçak havaalanının üstünde sabit yükseklikte ve sabit hızla dairesel bir rota izlemektedir. Bu sırada uçağa iniş izni verilir ve indikten sonra havaalanının içerisinde yer alan yollarda terminale yanaşmak için ilerlemektedir.*

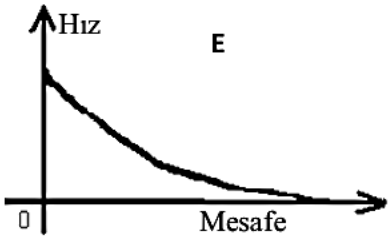
Aşağıdaki grafiklerden hangisi uçağın sabit hızla dairesel rota izlemesinden terminale yanaşana kadar, uçağın hızının değişimini aldığı mesafeye bağlı olarak **<u>en iyi</u>** şekilde göstermektedir?



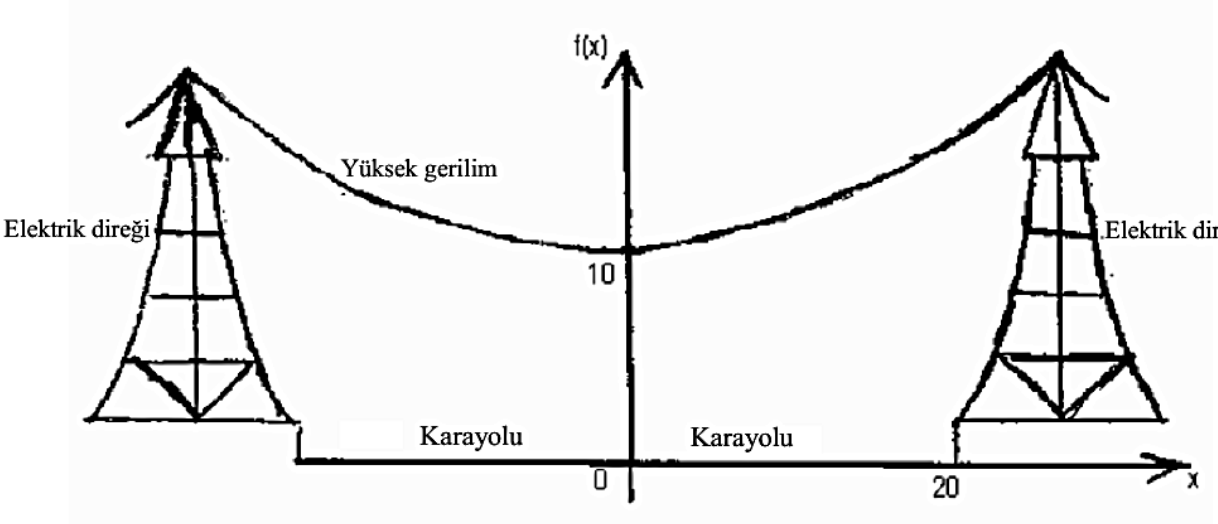



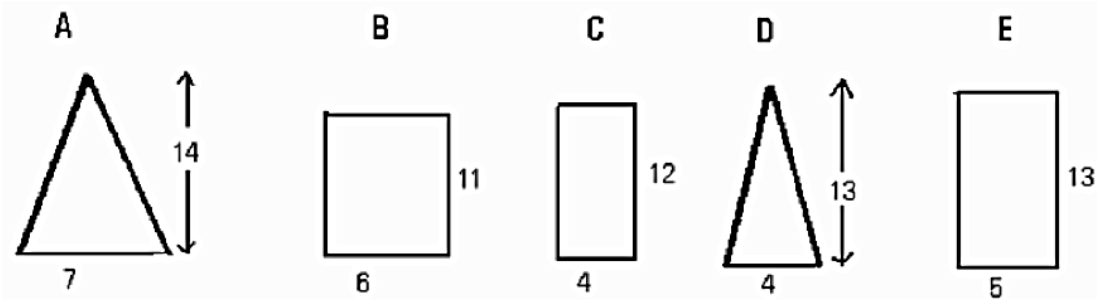
**21)** *Yüksek gerilim hattı kablosu yoğun bir çift yönlü yolun iki tarafında iki elektrik direğiyle desteklenmektedir. Bu durum, yoldan yüksekliği ve eni fazla olan araçların geçişine bir takım kısıtlamalar getirmektedir.*

Aşağıdaki şekildeki karayolu, her iki tarafı 20 m olmak üzere 40 m genişliğindedir ve simetriktir. Yüksek gerilim hattı **10f(x)** fonksiyonuyla modellenmiştir ve aşağıdaki tabloda verilen değerleri (m) almaktadır:



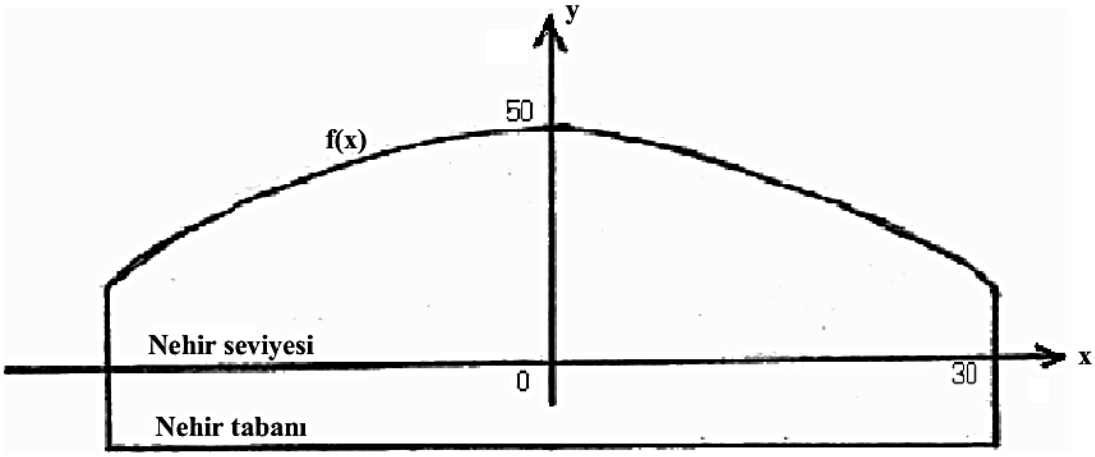

| x | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **f(x)** | 1.152 | 1.180 | 1.209 | 1.242 | 1.276 | 1.314 | 1.354 | 1.397 | 1.442 |

Aşağıdaki cisimlerden hangisi yüksek gerilim hattının altından güvenle geçebilir? ( Cisimlerin tabanı yerden 1 metre yükseklikte farz edilecektir)



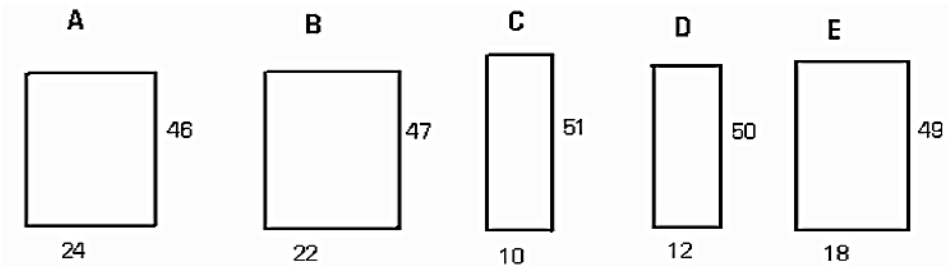
**22)** Nehrin üstüne bir köprü inşa edilmek istenmektedir. Fakat bu köprünün altından belli bir yüksekliğin üstündeki gemiler geçememektedir.

Aşağıdaki şekildeki nehir yatağı 60 metre genişliğindedir ve simetriktir. Köprünün alt kısmı f(x) fonksiyonuyla modellenmiştir ve aşağıda verilen tablodaki değerleri (m) almaktadır:




| x | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| f(x) | 49.29 | 48.89 | 48.40 | 47.82 | 47.16 | 46.40 | 45.56 | 44.62 | 43.60 |

Aşağıdaki şekillerdeki cisimlerden hangisi köprünün altından geçebilir (Cisimlerin tabanı su seviyesinin 2 m altında yer aldığı farz edilecektir)?



**EK 2 Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Rubriği**

| | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| **Problemi Yapılandırma (Varsayımlarda bulunma, problem durumunu sadeleştirme, basitleştirme vb…)** | Yapılan çözümde,<br>❖ problemde verilen gerçek yaşam durumu anlaşılamamış veya<br>❖ bu probleme ilişkin herhangi bir varsayım yapılmamış | ❖ Problemde verilen gerçek yaşam durumu **anlaşılamamış**<br>❖ Probleme ilişkin varsayım yapılmış ama<br>**a.** Gerçek yaşam durumuyla tutarlı, uygun varsayımlarda bulunulmamış,<br>**b.** Varsayımlar belirlenirken problem doğru yorumlanmamış | ❖ Problemde verilen gerçek yaşam durumu anlaşılmış<br>❖ Probleme ilişkin varsayım yapılmış:<br>Probleme ilişkin varsayımlar yeterli seviyede değil | Yapılan çözümde:<br>❖ gerçek yaşam durumunun doğru şekilde yorumlanmış<br>❖ varsayımlar problem durumuna uygun olarak kapsamlı şekilde ele alınmış |
| **Değişkenleri Belirleme** | Yapılan çözümde, herhangi bir değişkene yer verilmemiştir. | Yapılan çözümde:<br>❖ belirlenen değişkenler gerçek yaşam durumuyla **uyumsuz** veya<br>❖ değişkenlerin gerçek yaşam durumuyla ilişkisi **hatalı ifade edilmiş** | Yapılan çözümde:<br>❖ gerçek yaşam durumuyla ilgili değişkenler kısmen (tamamı değil) belirlenmiş veya<br>❖ problem durumuyla nasıl ilişkili olduğu kısmen ifade edilmiş | Yapılan çözümde:<br>❖ gerçek yaşam durumuyla ilgili tüm değişkenler belirlenmiş veya<br>❖ problem durumuyla nasıl ilişkili olduğu açıkça ifade edilmiş |
| **Matematiksel Olarak İfade Etme** | Problem durumunda verilen değişkenler matematiksel olarak ifade edilmemiş | Yapılan çözümde:<br>❖ belirlenen değişkenler matematiksel olarak hatalı ifade edilmiş veya<br>❖ kullanılan matematiksel gösterimler, semboller verilerle uyumsuz | Yapılan çözümde:<br>❖ Problem durumu uygun matematiksel gösterimlerle (sembol,grafik,diyagram…) ifade edilmekle beraber bazıları uyumsuzdur. | Yapılan çözümde:<br>❖ Problem durumu uygun matematiksel gösterimlerle ifade edilmiştir.<br>(Veriler veya değişkenler, uygun sembol, grafik, diyagram… kullanılarak matematiksel olarak ifade edilmiş) |

| **Matematiksel Çalışma** | Belirlenen modelin çözümünde herhangi bir hesaplama yapılmamış | Belirlenen modelin çözümüne ulaşırken yapılan hesaplamalar yetersiz veya hatalı yapılmış | Belirlenen Modelin çözümünde kullanılan matematiksel hesaplamalarda sonuca etki etmeyecek (göz ardı edilebilir ) hatalar mevcut | Belirlenen modelin çözümünde kullanılan hesaplamalar/işlemler doğru şekilde kullanılmış |
|---|---|---|---|---|
| **Yorumlama ve Doğrulama** | ❖ Bulunan sonuçlar gerçek yaşam problemi bağlamında değerlendirilmemiş<br>veya<br>❖ bulunan sonuçların tutarlığı açıklanmamış | ❖ Bulunan sonuçlar gerçek yaşam durumu bağlamında hatalı değerlendirilmiş<br>veya<br>❖ sonuçlar yorumlanırken modelin tutarlığını etkileyecek hatalar mevcut | ❖ Bulunan sonuçlar gerçek yaşam durumu bağlamında kısmen yorumlanmış<br>veya<br>❖ modelin tutarlığının değerlendirilmesinde bazı yönleri eksik bırakılmış | ❖ Bulunan sonuçlar gerçek yaşam durumu bağlamında yorumlanmış<br>veya<br>❖ modelin tutarlığı problem ile karşılaştırılarak değerlendirilmiş |

**EK 3 Uygulama Süreci**

| | |
|---|---|
| **Uygulama Öncesi** | |
| **1. Hafta** | Öğretmen Adaylarının Matematiğe Yönelik İnanç Kategorilerinin Q Metodolojisiyle Tespit Edilmesi |
| **2. Hafta** | • Modelleme Yeterlikleri Testinin Ön Test Olarak Uygulanması<br>• Etkinlik Gruplarının Oluşturulması |
| **Uygulama Süreci** | |
| **Bütün Parça Bütün Öğrenim Modeli 1. Kısım (Holistik Kısım)** | |
| **3. Hafta** | Matematiksel modellemenin tanımı, içeriği, nasıl kullanıldığı, hangi aşamalardan oluştuğu, modelleme yeterliklerinin ne olduğu, matematiksel modellemenin eğitimde kullanımıyla ilgili bilgiler paylaşılmış ve öğrencilerin yapılacak uygulamaya yönelik motivasyonlarını artırmak için "Trafik Tıkanıklığı" modelleme etkinliği üzerinde çalışmaları sağlanmıştır. |
| **4. Hafta** | Deniz Feneri etkinliği uygulanmıştır. |
| **5. Hafta** | Saman etkinliği uygulanmıştır. |
| **Bütün Parça Bütün Öğrenim Modeli 2. Kısım (Parça Kısmı)** | |
| **6. Hafta** | Atomistik yaklaşıma uygun etkinlikler uygulanmıştır. |
| **7. Hafta** | Atomistik yaklaşıma uygun etkinlikler uygulanmıştır. |
| **8. Hafta** | Atomistik yaklaşıma uygun etkinlikler uygulanmıştır. |
| **Bütün Parça Bütün Öğrenim Modeli 3. Kısım (Holistik Kısım)** | |
| **9. Hafta** | Seyyar Büfe etkinliği uygulanmıştır. |
| **10. Hafta** | Voleybol etkinliği uygulanmıştır. |
| **11. Hafta** | Park Yeri etkinliği uygulanmıştır. |
| **12. Hafta** | En İyi Uçak etkinliği uygulanmıştır. |
| **Uygulama Sonrası** | |
| **13. Hafta** | Modelleme Yeterlikleri Testinin Son Test Olarak Uygulanması |

**EK 4 Holistik Modelleme Etkinlikleri**

# Deniz Feneri

Deniz fenerleri kıyıya yaklaşan gemileri kıyıya yaklaştıklarını uyarmak için kurulmuşlardır. Akliman Feneri, Sinop'ta bulunan Karadeniz'de Akliman koyuna yaklaşan gemilere rehberlik eden deniz feneridir. Akliman feneri kayalıklar üzerinde deniz seviyesinden 70 metre yüksekliktedir. Fenerin boyu 20 m. yarıçapı 100 cm. dir. Kıyıya yaklaşan gemi, ilk olarak deniz fenerini gördüğünde kıyıdan yaklaşık olarak kaç metre uzaklıkta olabilir?

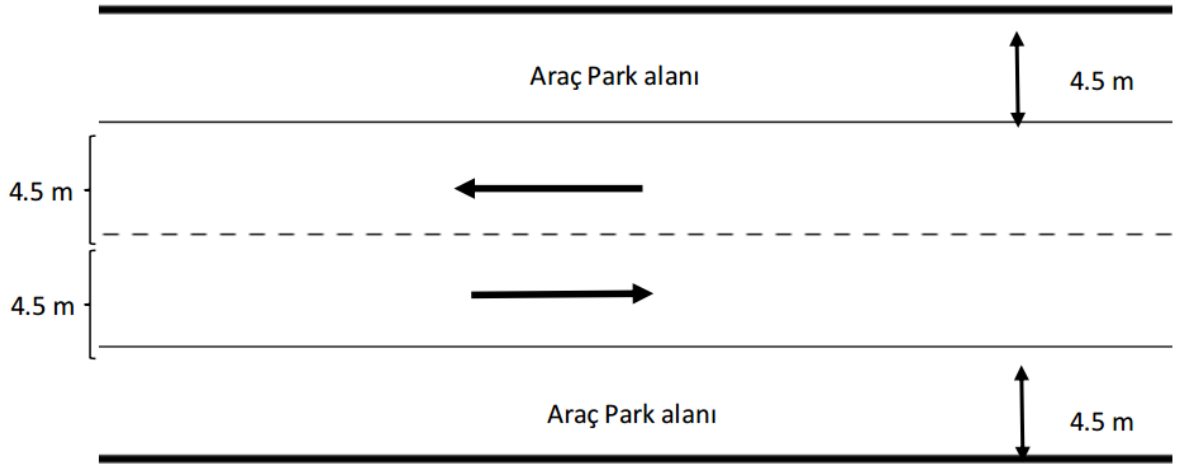


Blum, W. & Ferri, R.B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt?. *Journal of mathematical modelling and application, 1*(1), 45-58.

Çalışmasından uyarlanmıştır.

# Park Yeri

Bir şehir planlamacısı iki yönlü bir yolun kenarında araba park yeri tasarlamak için sizden yardım istiyor. Şehir planlamacısının amacı caddede park edebilecek araç sayısının en fazla olacağı düzeni tasarlamaktır. Park yeri olarak kullanılacak yer, yolun 150 m uzunluğundaki kısmını kapsamaktadır. Yolun toplam genişliği 18 m. dir. Bu yolda hem iki yönlü trafik işlemeli hem de yolun her iki tarafına arabalar park edebilmelidir. Aşağıda görüldüğü gibi yolun bir şeridi şerit çizgisi dâhil 4.5 m. ve yolun kenarındaki araç park yerinin genişliği de 4.5 m. dir. Bir arabanın güvenli şekilde park edebilmesi için yolda şerit çizgileri dâhil 3 m. genişliğinde 4.8 m. uzunluğunda dikdörtgensel bir alan ayrılmalıdır. Bu alan yola paralel olabileceği gibi açılı olarak da tasarlanabilir. Ancak bu durumda araçlar yola taşmamalıdır.




1) Sizden bu yolun 150 m lik kısmına en fazla sayıda araç park edebilecek şekilde yola paralel, dik veya açılı park yerleri tasarlamanız istenmektedir.

2) Eğer araç park alanının genişliği için yolun her iki tarafında verilen 4.5 m park genişliği sınırlaması olmasaydı yolun gidiş, geliş şerit genişliği sabit kalmak şartıyla en fazla sayıda aracın park edebilmesi için nasıl bir tasarım yapardınız? Nedenleriyle açıklayınız.

Erbaş, A. K., Çetinkaya, B., Alacacı, C., Çakıroğlu, E., Aydoğan Yenmez, A., Şen Zeytun, A., & Şahin, Z. (2016). *Lise matematik konuları için günlük hayattan modelleme soruları*. Ankara: Türkiye Bilimler Akademisi.

Kitabı s.27'den uyarlanmıştır.

Saman Yığını



Yukarıdaki şekilde bir saman yığınının resmini görmektesiniz. Bu saman yığınının boyu ne kadar olabilir. Cevabınızı modelleme basamaklarını dikkate alarak açıklayınız.

Borromeo Ferri, R. (2007). Personal experiences and extra-mathematical knowledge as an influence factor on modelling routes of pupils. In *Proceedings of the fifth congress of European Society for research in mathematics education CERME 5* (pp.2080-2089)

Çalışmasından uyarlanmıştır.

# Seyyar Büfe

Bu yaz Ahmet Ankaparkta bir iş kurmak istemektedir. Çalışanlarına parkın içinde bulabildikleri müşterilere mısır ve çeşitli içecekler sattırmayı planlamaktadır. Fakat çalıştırmayı planladığı elemanları seçmesinde biraz yardıma ihtiyacı vardır. Ahmet aynı zamanda Kızılay ve çevresinde seyyar büfeler işletmektedir. Seyyar büfelerde çalışan elemanlardan uygun olabileceğini düşündüğü 9 tane eleman seçmiştir. Bu elemanlardan 6 tanesini Ankaparkta çalıştıracaktır. Bu çalışanlardan yarısını tam zamanlı, yarısını da yarı zamanlı olarak çalıştıracaktır. Ahmet bu çalışanlardan kendine en fazla parayı kazandırabilecek elemanları seçmek istemektedir. Fakat hangi elemanları seçeceğine henüz karar verememiştir. Çünkü satış elemanları farklı zamanlarda, farklı saatlerde, farklı satışlar yapmışlardır. Mesela kalabalık bir cumartesi günü satış yapmak, yağmurlu bir havada satış yapmaktan daha kolaydır.

Ahmet geçen senenin kayıtlarını gözden geçirip her bir satış elemanının çalıştığı toplam saati ve kazandıkları toplam parayı çalıştıkları zaman dilimlerini yoğun, orta, durgun şeklinde üç farklı kategoride toplamıştır. Ahmet bu tablodaki verilere göre işçileri nasıl karşılaştırması ve nasıl bir seçim yapması gerektiğini bilememektedir. Bu çerçevede bu yaz çalışmak üzere kimin işe alınması gerektiğine karar vermek için bir yöntem bulmaya çalışınız. Ahmet'e kendisi için çalışan bu dokuz elemanı nasıl değerlendirebileceğini ve hangilerini tam zamanlı, hangilerini yarı zamanlı olarak işe alabileceğini anlatan bir rapor yazınız. Yönteminizin tabloda gösterilen dokuz kişi için nasıl işlediğini gösteriniz. Yönteminizi anlayabilmesi için Ahmet'e yeterince ayrıntı vermelisiniz. Ayrıca yönteminizin iyi bir yöntem olup olmadığına Ahmet'in karar verebilmesi için açıklamanızın anlaşılır olmasına dikkat ediniz.

***Geçen Yaz Çalışılan Saatler***

| | ***YOĞUN*** | ***ORTA*** | ***DURGUN*** | ***YOĞUN*** | ***ORTA*** | ***DURGUN*** | ***YOĞUN*** | ***ORTA*** | ***DURGUN*** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Sacit*** | 12.5 | 15 | 9 | 10 | 14 | 17.5 | 12.5 | 33.5 | 35 |
| ***Recep*** | 5.5 | 22 | 15.5 | 53.5 | 40 | 15.5 | 50 | 14 | 23.5 |
| ***Ali*** | 12 | 17 | 14.5 | 20 | 25 | 21.5 | 19.5 | 20.5 | 24.5 |
| ***Çağrı*** | 19.5 | 30.5 | 34 | 20 | 31 | 14 | 22 | 19.5 | 36 |
| ***Eyüp*** | 19.5 | 26 | 0 | 36 | 15.5 | 27 | 30 | 24 | 4.5 |
| ***Volkan*** | 13 | 4.5 | 12 | 33.5 | 37.5 | 6.5 | 16 | 24 | 16.5 |
| ***Cafer*** | 26.5 | 43.5 | 27 | 67 | 26 | 3 | 41.5 | 58 | 5.5 |
| ***Remzi*** | 7.5 | 16 | 25 | 16 | 45.5 | 51 | 7.5 | 42 | 84 |
| ***Alper*** | 0 | 3 | 4.5 | 38 | 17.5 | 39 | 37 | 22 | 12 |

***Kazanılan Para***

| | ***HAZİRAN*** | | | ***TEMMUZ*** | | | ***AĞUSTOS*** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ***YOĞUN*** | ***ORTA*** | ***DURGUN*** | ***YOĞUN*** | ***ORTA*** | ***DURGUN*** | ***YOĞUN*** | ***ORTA*** | ***DURGUN*** |
| ***Sacit*** | 690 | 780 | 452 | 699 | 758 | 835 | 788 | 1732 | 1462 |
| ***Recep*** | 474 | 874 | 406 | 4612 | 2032 | 477 | 4500 | 834 | 712 |
| ***Ali*** | 1047 | 667 | 284 | 1389 | 804 | 450 | 1062 | 806 | 491 |
| ***Çağrı*** | 1263 | 1188 | 765 | 1584 | 1668 | 449 | 1822 | 1276 | 1358 |
| ***Eyüp*** | 1264 | 1172 | 0 | 2477 | 681 | 548 | 1923 | 1130 | 89 |
| ***Volkan*** | 1115 | 278 | 574 | 2972 | 2399 | 231 | 1322 | 1594 | 577 |
| ***Cafer*** | 2253 | 1702 | 610 | 4470 | 993 | 75 | 2754 | 2327 | 87 |
| ***Remzi*** | 550 | 903 | 928 | 1296 | 2360 | 2610 | 615 | 2184 | 2518 |
| ***Alper*** | 0 | 125 | 64 | 3073 | 767 | 768 | 3005 | 1253 | 253 |

Lesh, R., Amit, M., & Schorr, R. Y. (1997). Using "real-life" problems to prompt students to construct conceptual models for statistical reasoning. *The assessment challenge in statistics education*, 65-83.

Çalışmasından uyarlanmıştır.

# Voleybol Problemi

## Oyuncu Denemelerinden Elde Edilen Sonuçlar

| İsim | Oyuncunun Boyu | Oyuncunun dikey olarak sıçraması | 40 m.'yi koşma süresi (sn) | Servis Sonuçları (Her 10 serviste başarılı kullanılan servis sayısı) | Smaç Sonuçları (5 denemenin sonuçları) |
|---|---|---|---|---|---|
| Büşra | 185 | 50,8 | 6.21 | 8 | K P Kmn P H S F K |
| Ebru | 157 | 63,5 | 5.98 | 7 | H S S K Ç D K P H |
| Fatma | 178 | 61 | 6.44 | 8 | Ç D K K H S F |
| Begüm | 178 | 68,5 | 6.01 | 9 | H S H S Kmn P H S K |
| Kübra | 168 | 63,5 | 6.95 | 10 | Ç D P F K K K |
| Demet | 173 | 43 | 7.12 | 6 | H S S Kmn P H S K H |
| Ayşe | 160 | 53 | 6.34 | 5 | Ç D P H S F F K |
| Yaprak | 165 | 58 | 7.34 | 8 | F P H S H S H S K |
| Gonca | 165 | 61 | 6.32 | 9 | F Ç D F Ç D K |
| Dilek | 170 | 48 | 8.18 | 10 | Kmn P H S H S Ç D K |
| Eda | 175 | 58 | 6.75 | 7 | K P S H S K Ç D H |
| Banu | 172 | 38 | 5.87 | 8 | H S H S H S Kmn P F |
| Yağmur | 162 | 53 | 6.72 | 8 | H S P K Ç D F K |
| Yasemin | 170 | 48 | 6.88 | 9 | Ç D F F H S K |
| Gözde | 155 | 61 | 6.27 | 6 | Kmn P D K P K P H S Ç |
| Nehir | 178 | 58 | 6.54 | 8 | Ç D P H S Ç D Ç D K |
| Eylül | 160 | 66 | 7.01 | 9 | Kmn P S F H S H S H |
| Ela | 175 | 46 | 6.78 | 10 | F S Ç D H S K P H |

**Hücum Sayısı (H S)** **Çizgi Dışı (Ç D)** **Topu Karşılama (K)** **Karşılanan plase (K P)**

**Karşılanamayan Plase (Kmn P)** **Filede Kalması (F)**

**Problem**: Bir üniversite takımının voleybol antrenörü aşağıdaki oyunculardan oluşan üç eşit takım kurmak istemektedir. Oluşturma yönteminizi antrenörlere detaylı şekilde açıklayınız. Yönteminiz bundan sonraki takım oluşturma çalışmalarında da kullanılabilir nitelikte olmalıdır.

## Koçun Yorumları

| | |
|---|---|
| Büşra | Uzun ama topa ulaşmada yavaş kalıyor |
| Ebru | Ayaklarıyla oldukça çevik. |
| Fatma | Boyu ve zıplama kabiliyeti her takım için değerli bir nitelik. |
| Begüm | İyi bir sıçrayıcı ama bu kabiliyetini kullanması gerektiği zamanı öğrenmeli |
| Kübra | Başarısız takımlardan geldiği için fazla istekli değil. |
| Demet | Servis atışlarından sonra topa ulaşmada oldukça hızlı ve çevik. |
| Ayşe | Takım iyi oynadığı zaman çok iyi oynuyor ama kaytarma eğilimi var. |
| Yaprak | Aile yaşamı onun o performansında negatif etkiye sahip olduğu için yeteneklerini kullanmıyor. |
| Gonca | Yaş seviyesine göre fevkalade güçlü. |
| Dilek | Birçok şeyi iyi yapmasının yanında özellikle servisi atışları iyi. |
| Eda | Çok güzel blok yapıyor. |
| Banu | Lisede gördüğüm en çalışkan oyuncu beraber oynadığı oyuncuları yükseltiyor. |
| Yağmur | Her zaman kazanmanın bir yolunu bulmakta. Diğer takım arkadaşlarının beraber oynamak için oldukça istekli olduğu bir oyuncudur. |
| Yasemin | Servislerini fileyi aşırmakta zorlanıyor ama başarabildiği zaman tam bir kazanan. |
| Gözde | Gördüğüm en istekli oyunculardan biri ve çok çalışkan. |
| Nehir | Babası lisede voleybol antrenörlüğü yapmış yetenekleri doğal. |
| Eylül | Yetenekleri güzel Alabama üniversitesindeki oyuncu kardeşini izleyerek büyümüş. |
| Ela | Öğrenme kapasitesi yüksek fırsat verilirse kısa sürede kendini geliştirir. |

Lesh, R. A. (2003). How mathematizing reality is different from realizing mathematics. In Lamon, S., Parker, W. & Houston K. (Eds.). *Mathematical Modelling: A Way of Life–ICTMA 11* (pp. 37-52). Chichester: Horwood Publishing.

Çalışmasından uyarlanmıştır.

# En iyi Uçan Kâğıt Uçak

Bir kâğıt uçak tasarlama yarışmasında öğrenciler, havada uzun kalabilen ve uzak mesafelere uçabilen uçaklar yaparak yarışmaya katılacaklardır. Öğrenciler bu yarışmaya katılarak mühendislerin nasıl tasarım yaptıklarını, nasıl plan yaptıklarını, ürünlerini test edip düzeltilmesi gereken yerleri düzelterek yeniden tasarım yapmayı öğrenebilecek ve bu süreç hakkında deneyim sahibi olacaklardır. Öğrenciler uçaklarını 8,5"x11" boyutlarındaki kâğıtları kullanarak ve herhangi bir kesme, yapıştırma, ekleme işlemi yapmadan sadece katlayarak yapmaları gerekmektedir. Yarışmada uçaklar belli bir hedefe doğru atılacaklardır. Her bir atışta hakemler, uçakların havada kalma sürelerini, atılma noktasından inme noktasına kadar olan mesafeyi, hedeften inme noktasına kadar olan mesafeyi ve hedefle inme noktası arasındaki açıyı ölçerek değerlendirme yapacaklardır. Yarışmaya katılan uçaklar arasında genellikle çok az farklar oluşmaktadır. Bu yüzden değerlendirme oldukça zor bir karar verme sürecini içermektedir. Bu yüzden hakemler iki yeni değerlendirme kriteri koydular. Atıcı avantajını en aza indirmek için 3 tarafsız atıcı belirleyip tarafsız atıcılar her bir uçağı uçuracaklardır. Ayrıca hakemler mümkün olduğunca adil ve tarafsız davranabilmek için yeni bir puanlama sistemi geliştirmek istemektedirler. Çünkü uçakların sonuçları arasında çok az farlar bulunmakta ve her bir hakem farklı bir kriteri dikkate alırsa haksızlıklar olabilmektedir. Bu yüzden hakemler aynı kriterleri kullanmak istemektedirler.

Yarışmanın hakemleri sizden yardım istemektedirler. Hakemlere aşağıdaki tabloda sonuçları verilen uçaklardan hangisinin ***a)*** En düzgün rotayı izlediğini ve ***b)*** En iyi uçtuğunu bulmalarını sağlayan bir formül, kural, yöntem geliştirmeniz gerekmektedir. Aşağıdaki tabloda dört farklı uçaktan alınan veriler verilmiştir. Bu uçakları üç farklı tarafsız atıcı uçurmuşlardır. Aşağıdaki tabloyu kullanarak yönteminizin, kuralınızın, formülünüzün nasıl çalıştığını gösteriniz. Ayrıca yönteminizi kullanacak olan hakemlere anlayabilecekleri şekilde açıklayınız. (Modelleme basamaklarını dikkate alarak açıklayınız.)

NOT: Yarışma 40x40 metre boyutlarında olan bir alanda yapılmaktadır. Her bir pilot tabloda S harfiyle işaretlenmiş olan yerden X harfiyle işaretlenmiş olan yere doğru atılmaktadır. S noktası grafikte (0,0) ve X noktası (25,25) noktasıyla işaretlenmiştir. Tablodaki açılar derece ile ölçülmüştür.

| | | Tablo 1: Üç Farklı Pilot Tarafından Uçurulan Uçakların Verileri | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pilot F | | | | Pilot G | | | | Pilot H | | | |
| Uçak | Atış | Başlangıç noktasından olan uzaklık | Uçuş Süresi | Hedefe Olan uzaklık | Hedefe Arasındaki açı | Başlangıç noktasından olan uzaklık | Uçuş Süresi | Hedefe Olan uzaklık | Hedefe Arasındaki açı | Başlangıç noktasından olan uzaklık | Uçuş Süresi | Hedefe Olan uzaklık | Hedefe Arasındaki açı |
| A | 1 | 22.4 | 1.7 | 15.2 | 16 | 30.6 | 1.6 | 14.5 | 23 | 39 | 1.8 | 7.5 | -10 |
| | 2 | 26.3 | 1.7 | 16.7 | 26 | 31.1 | 1.6 | 11.9 | 19 | 36.3 | 1.7 | 4.3 | -6 |
| | 3 | 31.6 | 1.7 | 7.1 | 10 | 26.7 | 2.2 | 8.9 | -4 | 35.9 | 2.2 | 9 | -14 |
| B | 1 | 32.1 | 1.9 | 7.6 | -11 | 35.9 | 1.9 | 14.3 | -23 | 43.7 | 2.0 | 9.5 | 6 |
| | 2 | 42.2 | 2.0 | 9.2 | -9 | 39 | 2.1 | 11.1 | 16 | 29 | 2.0 | 7.6 | 7 |
| | 3 | 27.2 | 2.1 | 10.2 | -11 | 25.6 | 2.0 | 11.7 | 12 | 36.9 | 1.9 | 12.4 | 19 |
| C | 1 | 19.2 | 1.8 | 16.6 | -8 | 42.9 | 2.0 | 9.8 | 9 | 35.1 | 1.6 | 2.8 | 4 |
| | 2 | 28.7 | 1.9 | 9.3 | 11 | 44.6 | 2.0 | 9.3 | -1 | 37.2 | 2.2 | 2 | -1 |
| | 3 | 23.6 | 2.1 | 17.3 | -25 | 35.7 | 2.2 | 3.2 | -5 | 42 | 2.1 | 9.8 | 10 |
| D | 1 | 28.1 | 1.5 | 8.9 | 9 | 37.2 | 2.1 | 20.2 | -32 | 41.7 | 2.2 | 10.1 | 11 |
| | 2 | 31.6 | 1.6 | 14.8 | -24 | 46.6 | 2.0 | 11.4 | -2 | 48 | 1.9 | 14.1 | -8 |
| | 3 | 39.3 | 2.3 | 9.1 | 12 | 34.7 | 1.8 | 22.2 | -36 | 44.7 | 1.7 | 11.5 | -9 |

https://serc.carleton.edu/sp/library/mea/examples/example2.html

internet sitesinden uyarlanmıştır.

**Trafik Tıkanıklığı Etkinliği**



Henüz yazın başlangıcıdır ve yollarda çoğu kez tıkanıklık yaşanmaktadır. Ali ve ailesi 20 km bir araç kuyruğunda 6 saattir beklemektedirler. Havanın çok sıcak olmasından dolayı Kızılay trafikte kalanlara ufak bir araç ile su dağıtımı yapmaktadır ama henüz Ali'ye herhangi bir yardım ulaşmamıştır. Kızılay'ın herkese su ulaştırması için ne kadar süreye ihtiyacı vardır?

Maaß, K., & Gurlitt, J. (2009). Designing a teacher questionnaire to evaluate professional development in modelling. In *Proceedings of CERME 6*.

Çalışmasında yer alan ölçekten uyarlanmıştır.

## EK 5 Atomist Etkinlikler

Trafik işaret Levhaları

Kara Yolları Genel Müdürlüğü'nün Trafik işaretleri El Kitabına göre "Kaplama üstü yön levhaları" çok şeritli bölünmüş yollardaki yol ayrımlarına yaklaşırken, her bir şeridin gideceği güzergâh hakkında araç sürücüsünü bilgilendirmek için trafik hacminin çok olduğu yerlerde, kısıtlı görüş uzaklığını durumunda, yere monte edilen levha için yeterli yer olmadığı durumlarda ve hızlı trafik akışının olduğu durumlarda kullanılır. Trafik işaretleri el kitabına göre kaplama üstü yön levhalarının alt kısmı yoldan en az 5,5 m. yükseklikte olmalıdır. Ayrıca levhanın boyu en fazla 3 m. olmalıdır.

Bir sürücü gideceği yeri bulabilmek için bu işaret levhalarını takip eder. Sürücü levhaya uzak olduğunda işaret levhasını görmesi ve levhayı okuması zorlaşır. Kara yolları genel müdürlüğü sizden sürücülerin levhayı en rahat şekilde okuyabilecekleri mesafeyi bulmalarını sağlayan bir yöntem geliştirmenizi istemektedir. Bunun için yönteminizi bir rapor halinde yazmanız ve yöntemi geliştirirken her bir işlem basamağınızı açıkça yazmanız gerekmektedir. Yukarıdaki problem durumu için aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

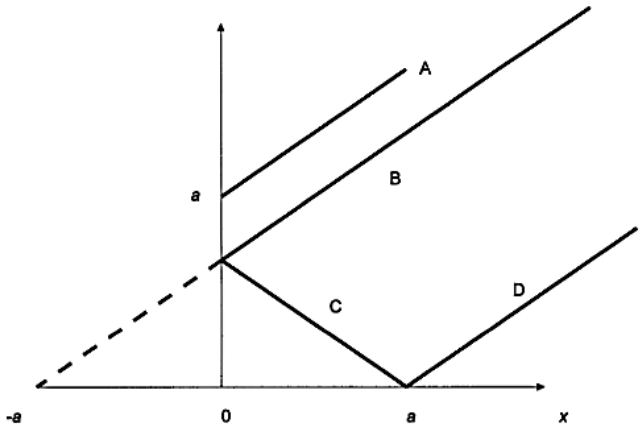
1) Yukarıdaki problem durumunda en iyi görüş mesafesini nasıl tanımlarsınız? Açıklayınız.

2) Yukarıdaki problem durumundaki en iyi görüş mesafesini bulmanızı sağlayacak parametreler (değişkenler) neler olabilir? Açıklayınız.

3) Yukarıdaki problem durumunda en iyi görüş mesafesini bulabilmek için hangi varsayımlarda bulunabilirsiniz?

Erbaş, A.K., Çetinkaya, B., Alacacı, C., Çakıroğlu, E., Aydoğan Yenmez, A., Şen Zeytun, A. & Şahin, Z. (2016). *Lise matematik konuları için günlük hayattan modelleme soruları.* Ankara: Türkiye Bilimler Akademisi.

Kitabı s.30'dan uyarlanmıştır.




(a) y = b(a - x)

(c) y = b(x + a)

(b) y = a+bx

(d) y = b(x - a)

Yukarıdaki modeller yandaki şekilde hangi grafikle uyuşmaktadır?

Edwards, D. & Hamson, H. (1996). *Mathematical modelling skills.* London: MacMillan Press. Kitabı s.48'den uyarlanmıştır.

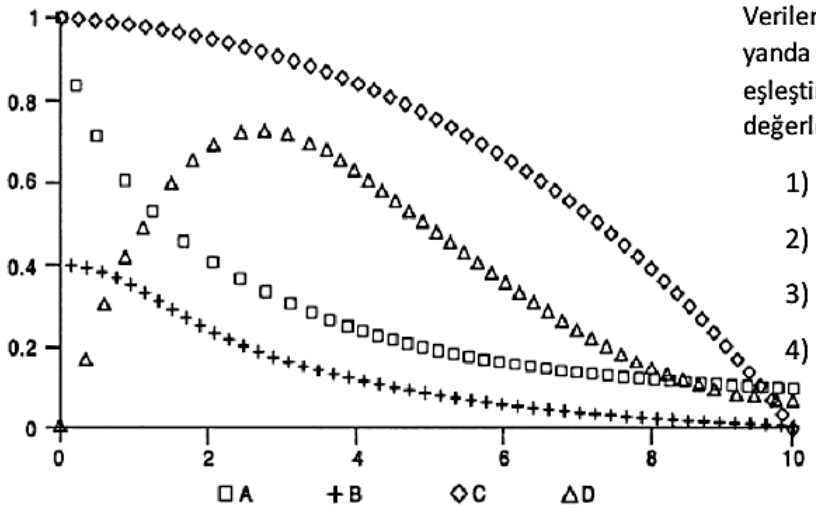
Bir inşaat firması belli bir sayıdaki gün için bir vinç kiralamak istemektedir. Aşağıdaki tekliklerle gelen üç firma vardır:

1) A firması sabit ücret olarak bir defaya mahsus 1000TL ilk otuz gün için günlük 150TL kiralama ücreti, ilk otuz günden sonra 50TL kiralama ücreti almaktadır.
2) B firması sabit ücret olarak bir defaya mahsus 2000TL, günlük 100TL kiralama ücreti istemektedir.
3) C firması ise diğer iki firmanın vinçlerinin yarı kaldırma kapasitesine sahip olan vincini sabit ücret olmadan günlük 175TL ya kiralamaktadır.

İnşaat firması hangi vinci kiralamalıdır. Bulduğunuz sonuçları grafikle destekleyiniz ve doğrulayınız. (Soruyu çözerken her bir işlem basamağınızı, varsayımlarınızı, basitleştirmelerinizi açık şekilde yazınız.)

Edwards, D. & Hamson, H. (1996). *Mathematical modelling skills*. London: MacMillan Press.

Kitabı s.48'den uyarlanmıştır.




Verilen lineer olmayan modelleri yanda verilen grafiklerle eşleştiriniz. a ve b pozitif reel değerlerdir.

1) $a - bx^2$
2) $a/(x + b)$
3) $a / (x^2 + b)$
4) $axe^{-bx}$

Edwards, D. & Hamson, H. (1996). *Mathematical modelling skills.* London: MacMillan Press. Kitabı s.72'den uyarlanmıştır.

Bir müzik CD sinin satış başlangıcından sonra bir haftalık satış rakamı 6000 adettir. Satışların ilk başta artacağı ama 12 haftanın sonunda 0 olacağı tahmin edilmektedir. Aşağıdakilerden hangisi haftalık satış rakamı S(t) ile geçen süreyi (hafta) en gerçekçi olarak modellemektedir? Her bir seçenekte o modeli neden seçtiğiniz veya reddettiğinize dair gerekçelerinizi açıklayınız. Her bir seçenekte k'nın alabileceği uygun değer belirtiniz.

a) $6000-kt$
b) $6000e^{kt}$
c) $6000e^{-kt}$
d) $k( -t^2 - 488t + 6000)$
e) $k( t^2 - 512t + 6000)$

Edwards, D. & Hamson, H. (1996). *Mathematical modelling skills.* London: MacMillan Press. Kitabı s.76'dan uyarlanmıştır.

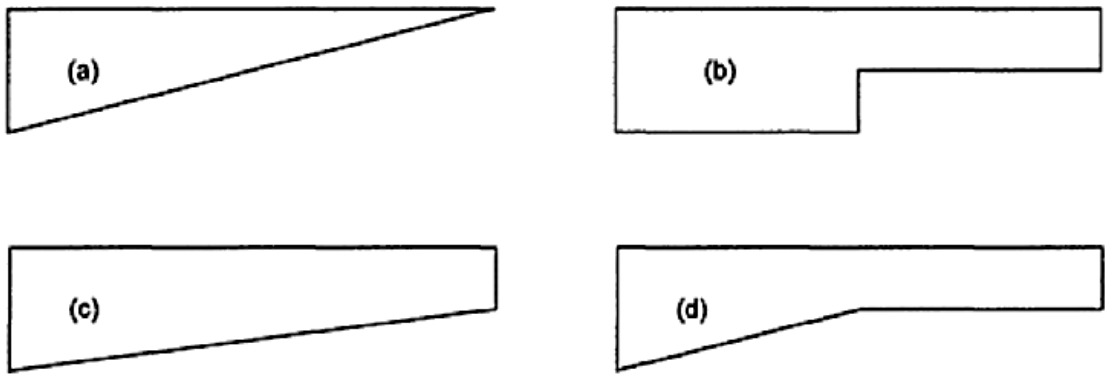
Uzun bir kavanozda her noktasında eşit yoğunlukta parçacık bulunan (homojen) bulanık su bulunmaktadır. Zaman geçtikçe kavanozun dibinde çökelti oluşmaktadır. Kavanozun dibinden a) x cm yükseklikteki şu anki yoğunluğu,

b) kısa bir zaman sonraki yoğunluğun,

c) uzun bir zaman geçtikten sonraki yoğunluğun grafiğini çiziniz.

Edwards, D. & Hamson, H. (1996). *Mathematical modelling skills*. London: MacMillan Press. Kitabı s.76'dan uyarlanmıştır.

Aşağıdaki şekilde dört farklı yüzme havuzları eşit uzunluk, genişlik ve derinliğe sahiptir. a havuzunu dolduran musluğunun debisi ($m^3s^{-1}$) b havuzunu dolduran musluğun debisinden 2 kat, c havuzunu dolduran musluğun debisinden 3 kat fazladır ve d havuzunun musluğunun debisinin yarısı kadardır. Her bir havuzdaki suyun tabandan yüksekliğinin zamana bağlı olarak değişiminin grafiğini çiziniz.




Edwards, D. & Hamson, H. (1996). *Mathematical modelling skills*. London: MacMillan Press. Kitabı s.75'den uyarlanmıştır.

**Pasta Kaplaması**

Bir düğünde yapılacak olan pasta hacmi kare prizma şeklinde bir kalıpta pişirilecektir. Bu pasta kremayla kaplanmadan önce 4000 $cm^3$ hacmindedir.

a) Bu pastaya kaplanacak olan kremanın en az yüzey alanına sahip olabilmesi için olması gereken pastanın ebatlarını (ayrıt uzunluklarını) bulunuz.
b) Eğer kek aynı hacimde dairesel bir kalıpta pişirilecek olsaydı bu pastaya kaplanacak olan kremanın en az yüzey alanına sahip olabilmesi için olması gereken pastanın ebatlarını (ayrıt uzunluklarını) bulunuz.
c) Pasta pişirmede temel bir kural vardır. "Kremanın üçte biri pastanın üstünü kaplamak için kullanılır kalanı da pastanın yan taraflarını kaplamak için kullanılır." Bu kuralın geçerliliğini inceleyiniz.

(Soruyu çözerken her bir işlem basamağınızı, varsayımlarınızı, basitleştirmelerinizi açık şekilde yazınız.)

Berry, J., and Houston, K. (1995). *Mathematical Modelling.* Oxford: Elsevier.

Kitabı s.15'ten uyarlanmıştır.

Bir dondurma satıcısı yapılan bir festivalde dondurma satmak istemektedir. Bir günde satacağı dondurma sayısı:

a) Festivale katılan kişi sayısıyla doğru orantılıdır.
b) Sıcaklıktaki her 10 ˚C artışla doğru orantılıdır.
c) Dondurmaların satış fiyatlarıyla ters orantılıdır.

Yukarıdaki varsayımları kullanarak dondurmacının satabileceği dondurma sayısını tahmin edebileceğiniz basit bir model oluşturunuz.

Edwards, D. & Hamson, H. (1996). *Mathematical modelling skills.* London: MacMillan Press.

Kitabı s.31'den uyarlanmıştır.

İki rakip süpermarket sattıkları sularda rekabete girişmişlerdir. A süpermarketi fiyatları düşürünce B süpermarketinin günlük satış hacmi aşağıda verilenlerle orantılı olarak değişmektedir:

a) B ve A süpermarketlerinin fiyatları arasındaki farka göre;
b) B süpermarketinin fiyatı ile ürünün tavsiye edilen perakende fiyat arasındaki farka göre;
c) A süpermarketinin fiyatı ile ürünün tavsiye edilen perakende fiyat arasındaki farka göre;

B süpermarketinin günlük satış hacmini gösteren bir model geliştiriniz.

Edwards, D. & Hamson, H. (1996). *Mathematical modelling skills*. London: MacMillan Press. Kitabı s.31'den uyarlanmıştır.

Bir elektrik dağıtım firması kullanılan her birim elektriğin ücretlendirilmesinin yanı sıra her üç ayda bir sabit ücret almaktadır. Firma her üç ayda bir aldığı ücreti s lira azaltıp kullanılan her bir birim elektriğin fiyatını c lira artırmayı düşünmektedir. Bu şekilde elektriğin fiyatı kullanılan ilk 1000 birim için sabit kalmaktadır. S ve c arasındaki ilişki nedir?

Edwards, D. & Hamson, H. (1996). *Mathematical modelling skills*. London: MacMillan Press. Kitabı s.35'ten uyarlanmıştır.

Mezuniyet etkinliğini düzenlemek istemektesiniz. Kiralamak istediğiniz yer C lira ve çağırmayı düşündüğünüz her bir insan için yiyecek ve içeceğe vereceğiniz para F liradır. Eğer n sayıda insan katılırsa;

a) Toplam fiyat nedir?
b) Masraflarınız kurtarmanız için gereken minimum bilet fiyatı nedir?
c) Eğer bir bilet fiyatı P lira olursa masraflarınızı kurtarması için gelmesi gereken insan sayısı nedir?

Edwards, D. & Hamson, H. (1996). *Mathematical modelling skills*. London: MacMillan Press. Kitabı s.35'ten uyarlanmıştır.

Nadir bulunan bir kuş türü Kuş cenneti milli parkına bırakılmak istenmektedir. Bu kuş türünün popülasyon artışının basit bir matematiksel modelini oluşturunuz.

Modeli etkileyebilecek bileşenler:

| | |
|---|---|
| 1) Kuşların mevcut sayısı | 2) Milli parkın kapladığı alan |
| 3) Yiyeceklerin kullanılabilirliği | 4) Her bir dişi kuş başına düşen yumurta sayısı |
| 5) Kuşların erkek ve dişi sayısı | 6) Kuşların kavga etme eğilimleri |
| 7) Kuşların yaş dağılımı | 8) Kuşları avlayan yaratıklar |
| 9) Kuşların yaşam süresi | 10) Kuşların aile büyüklüğü |
| 11) Kuşları avlayan yaratıkların sayısı | 12) Eş sahibi olmayan kuşların rolü |
| 13) Kuşların göç edip etmeyeceği | 14) Kuş hastalıkları |
| 15) Kuş popülasyonunun göç alma durumu | 16) İnsan negatif etkileri |

a) Yukarıdaki bileşenleri dikkate alarak kuşların popülasyonunu verebilecek basit bir model oluşturunuz.
b) Problem durumunu dikkate alarak bu bileşenlerden hangilerinin göz ardı edilebileceğini gerekçeleriyle belirtiniz?
c) Kurduğunuz model ile bileşenler arasındaki ilişkileri açıklayınız.

Berry, J., and Houston, K. (1995). *Mathematical Modelling*. Oxford: Elsevier.

Kitabı s.31'den uyarlanmıştır.

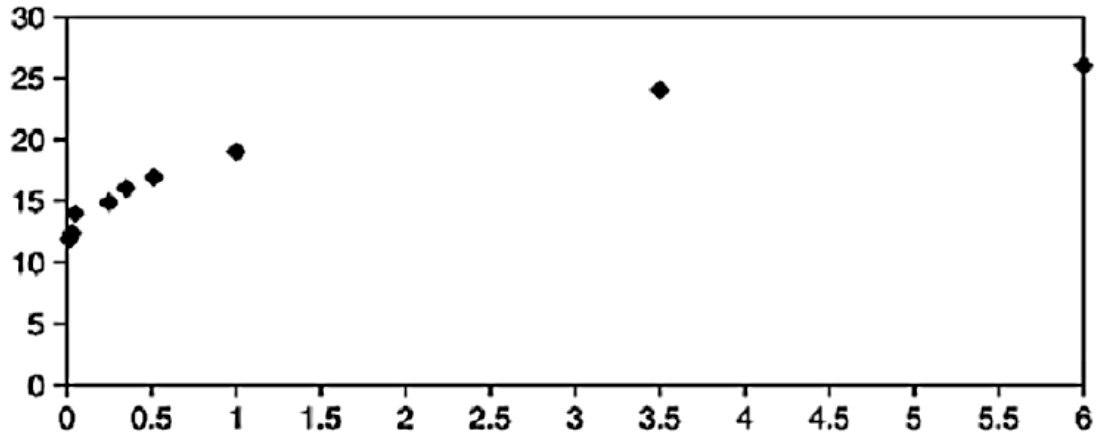
**Kuşların Yaşam Uzunlukları**

Ornitologlar ( Kuş bilimcileri) kuşların doğal yaşam alanlarını belirlemede, göç davranışlarını ve yaşam sürelerini tahmin etmede önemli bir role sahiptirler. Kuşların kütleleri ile yaşam süreleri arasındaki ilişkiyi belirlemek istemektedirler. Bunun için aşağıdaki tabloyu kullanarak bir takım hesaplamalar yapmışlardır.

| Kuş | Kütle (kg) | Yaşam uzunluğu |
|---|---|---|
| İspinoz | 0.022 | 12 |
| Serçe | 0.027 | 12.5 |
| Balıkçıl | 0.045 | 14 |
| Saksağan | 0.25 | 15 |
| Atmaca | 0.34 | 16 |
| Üveyik | 0.52 | 17 |
| doğan | 1 | 19 |
| Leylek | 3.5 | 24 |
| kartal | 6 | 26 |

Kuş bilimci tabloya bakarak kuşların kütlesi ile yaşam süresi arasında bir ilişki olduğunu fark etmiştir. Tabloyu incelediğinde Kütle (K) ile yaşam uzunluğunun (Y) orantılı olduğunu görmüştür. Burada basit bit model oluşturmuştur:

$Y=aK^b$ burada Y=0 iken K=0 dır. Burada yapması gereken a ve b bulunması gereken sabitlerdir.




Tablodaki verileri grafiğe aktardığında yukarıdaki grafik elde edilmektedir. Fakat buradan a ve b değerlerini kuş bilimci bulamamaktadır. Modeldeki a ve b değerlerini bulabilmek için çözümü nasıl devam ettirirsiniz?

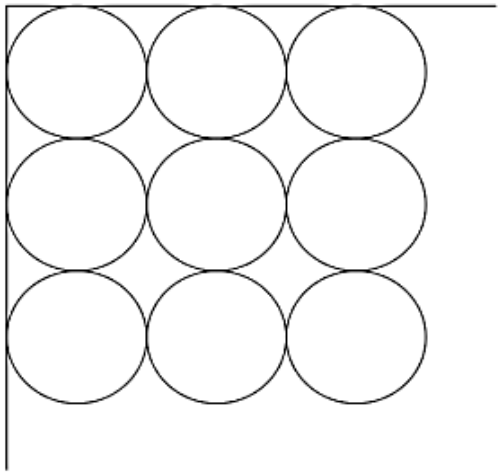
Edwards, D. & Hamson, H. (2001). *Guide to mathematical modelling*. MacMillan-Palgrave Kitabı s.15 ve s.16 dan uyarlanmıştır.

**Üretim**

Bir firmada yeni işe başladınız. Bu firma 1m*1m lik çelik levhalardan yassı silindirler üretmektedir. CNC makinası 0.25 m. lik çapında 16 silindir üretmektedir. Sizden çelik levhadan tasarruf yapılarak daha fazla silindir üretilip üretilemeyeceği sorulmaktadır. Ayrıca 0.1 çapında aynı levhadan dişler üretmeniz istenmektedir. Maksimum sayıda levha kesip levha israfını en aza indirmek için kesi şekliniz nasıl olurdu?

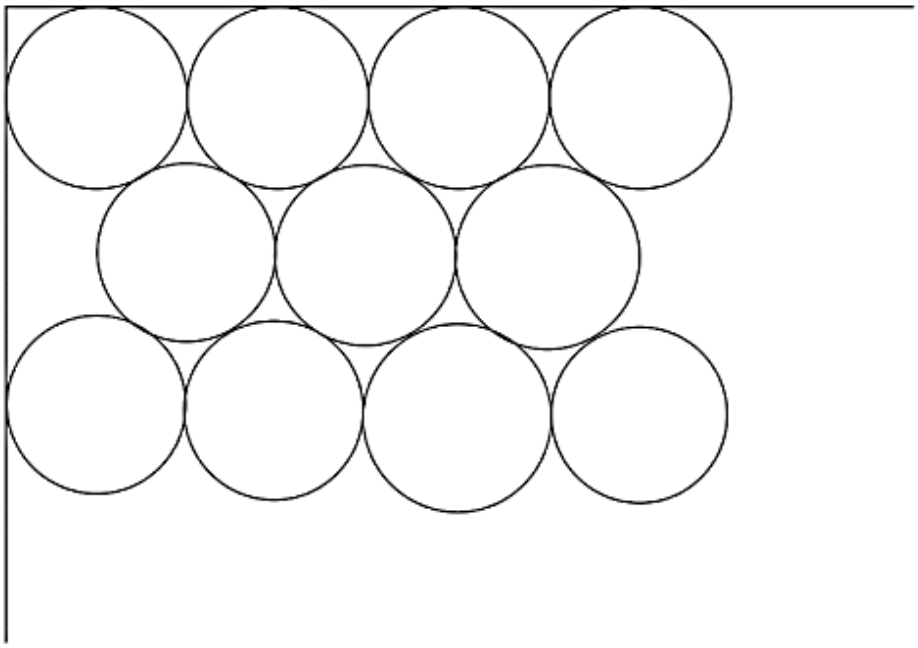
1) Yukarıdaki problemle ilgili aşağıda farklı çözüm yolları yarım bırakılarak verilmiştir. Bir çözüm yolunu seçerek çözümü tamamlayınız.
2) Çözümünüzü ve çözüm yolunuzu kontrol ederek doğrulayınız.

**Çözüm 1)**

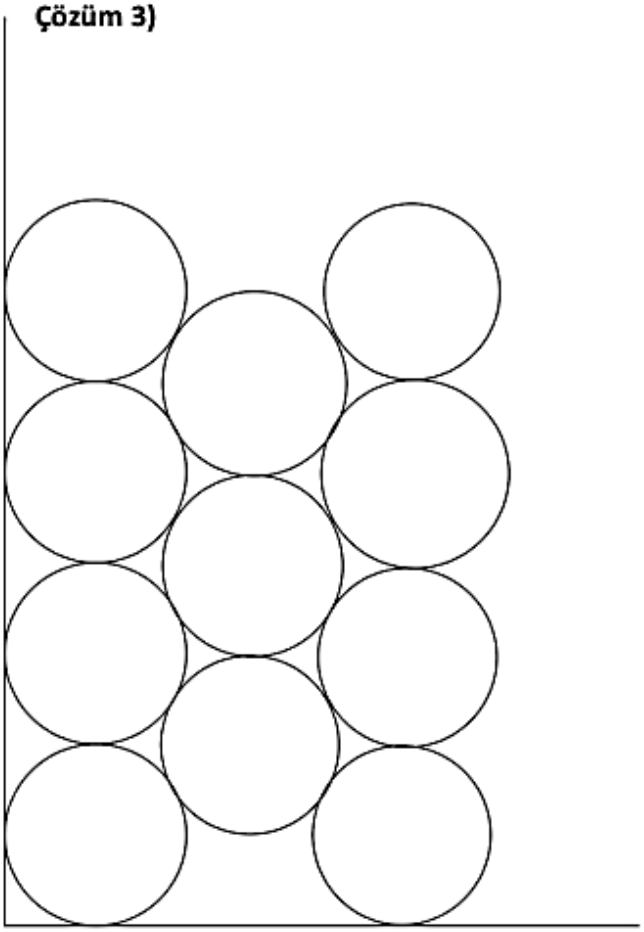


Edwards, D. & Hamson, H. (2001). *Guide to mathematical modelling*. MacMillan-Palgrave Kitabı s.220 den uyarlanmıştır.

**Çözüm 2)**



**Çözüm 3)**



## EK 6 Q Metodolojisi İfadeleri

1. Matematik birbiriyle ilişkili bilgilerden oluşmakla birlikte aynı zamanda durağandır.
2. Matematik, en iyi dersi dinleyerek öğrenilir.
3. Matematik öğrenirken hem bireysel çalışmalar hem grup çalışmaları etkilidir.
4. Matematik ders kitaplarının yanında teknolojik araçlar ile de öğrenilir.
5. Matematik karmaşık işlemleri içerir.
6. Matematik hem şüphelidir hem kesindir.
7. Matematiği herkes öğrenebilir.
8. Matematik durağan olmakla birlikte içinde birçok gizemi barındırır.
9. Matematik ezberleyerek öğrenilmez.
10. Matematik birbiriyle ilişkisiz kurallar bütünüdür.
11. Matematik problemlerin çözümünde işe yarayan sistematik bir düşünme biçimidir.
12. Matematik hem tümdengelimsel hem tümevarımsaldır.
13. Matematik geleceği şekillendirir.
14. Matematik, en iyi ezberleyerek öğrenilir.
15. Matematik ispat yapmaktır.
16. Matematik hem teorik olarak hem pratik yaparak öğrenilir.
17. Matematiği öğrenmeden önemli faktör öğretmendir.
18. Matematik hem dinamik hem durağandır.
19. Matematik öğrenimi hem öğrenci merkezli hem öğretmen merkezlidir.
20. Matematik kesindir.
21. Matematik sürekli gelişir.
22. Matematik araştırarak öğrenilir.
23. Matematik mantıksal bir çerçevede sayıların birbiriyle uyumudur.
24. Matematik grup çalışmaları aracılığıyla öğrenilir.
25. Matematik nesnel sonuçlar verir.
26. Matematiği bazı öğrenciler öğrenebilir bazı öğrenciler öğrenemez.
27. Matematik, en iyi bol soru çözerek öğrenilir.
28. Matematik soyut olmakla beraber aynı zamanda somuttur.
29. Matematik en iyi başkasına anlatarak öğrenilir.
30. Matematik formüllerden oluşur.
31. Matematik hayatımızın ayrılmaz bir parçasıdır.
32. Matematik problem çözme aracılığıyla öğrenilir.
33. Matematik dinamiktir.
34. Matematik akranlarla fikir alışverişi yaparak öğrenilir.
35. Matematik gelişime açık değildir.
36. Matematik yaparak yaşayarak öğrenilir.
37. Sadece yetenekli kişiler matematiği öğrenir.
38. Matematik öğrenmek hem yeteneğe hem çok çalışmaya bağlıdır.
39. Matematik, en iyi bireysel çaba öğrenilir.
40. Matematik değişmezdir.
41. Matematik daha keşfedilmeyi bekleyen birçok bilgiyi içerir.
42. Matematik ders ve test kitapları olmadan da öğrenilir.
43. Matematik bireyin çevresini tanımasını sağlar.
44. Matematik problemlerinin çözümünde tek bir yol vardır.
45. Matematik anlaşılması zordur.
46. Matematik diğer disiplinler için temel oluşturur.
47. Matematik, en iyi bol tekrar yaparak öğrenilir.
48. Matematik keşfederek öğrenilir.
49. Matematik öğrenirken öğrenci farklı yollar arasında ilişki kurar.
50. Matematik konuları ve olayları sayılar yoluyla nesillere aktarır.
51. Matematik tahmin edemeyeceğimiz alanlarda bile vardır.
52. Matematik, şüpheli olmakla beraber aynı zamanda kesindir.
53. Matematik kesin olmakla birlikte aynı zamanda değişkendir.

**EK 7 Örnek Holistik ve Atomist Ders Planı**

<table>
<tr><td colspan="3">Bütün Parça Bütün Öğrenme Modeli</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Bütün Kısmı Ders Örneği</td><td>Giriş</td><td>Bütün parça bütün öğrenme modelinin holistik kısımlarında etkinliklere geçilmeden önce öğretmen adaylarının matematiksel modelleme etkinliklerine motive olabilmelerini sağlamak için öğretmen adaylarına etkinlikle ilgili bir video izletilmiştir. Daha sonra ise inanç kategorilerine göre öğrencilerin oluşturmuş oldukları üçerli gruplara, hazırlanan holistik modelleme etkinlikleri verilmiştir.</td></tr>
<tr><td>Gelişme</td><td>Öğretmen adayları verilen holistik modelleme etkinlikleri üzerinde odaklanarak holistik modelleme etkinliğine nasıl çözüm üreteceklerini grup içi tartışmalarla modelleme etkinliğini daha derinlemesine ele alarak çözüm yollarını netleştirmeye çalışmışlardır. Holistik modelleme etkinliğinde verilen gerçek yaşam problem durumu için ürettikleri çözümlerde öğrencilerin hangi varsayılarda bulunduklarını, hangi değişkenleri çözümde kullandıklarını, çözüm yollarını açık bir şekilde ifade etmeleri istenmiştir. Holistik modelleme etkinliklerine üretecekleri çözüme karar verme aşaması 45 dk. ile sınırlandırılmıştır. Dersin kalan kısmında ise çözüm yollarına karar veren gruplar holistik modelleme etkinliğine karar verdikleri çözümleri yaparak sonuca ulaşmışlardır. Bütün bu süreçte araştırmacı, uygulama esnasında Blum ve Ferri (2009) tarafından belirtilen kriterler dikkate alınmıştır. Bu bağlamda araştırmac uygulama sürecindeı, öğretmen adaylarının sorularına direk cevap vermek yerine onları yönlendirici, üst bilişsel düşünmeye sevkedecek şekilde bir rol üstlenmiştir.</td></tr>
<tr><td>Sonuç</td><td>Öğretmen adayları bulmuş oldukları çözümlerinin doğruluğunu grup içinde tartışmışlardır. Öğretmen adaylarından holistik modelleme etkinliklerine ürettikleri çözümleri en açıklayıcı şekilde raporlaştırarak hazırlamaları istenmiştir. Gruplardan istekli olanların (en fazla üç grup) çözümlerini sınıfta sunmaları istenmiş ve sınıfça grupların buldukları çözümler tartışılmıştır. Uygulama sonunda da öğretmen adaylarının ürettikleri çözümler hazırlanan rubrik ile değerlendirilmiştir.</td></tr>
</table>

| Bütün Parça Bütün Öğrenme Modeli | | |
|---|---|---|
| Parça Kısım Ders Örneği | Giriş | Bütün parça bütün öğrenme modelinin parça kısmında öğretmen adaylarına çözecek oldukları etkinliklerin modelleme yeterliklerinin her birinde uzmanlaşmalarını sağlayacak şekilde modelleme yeterliklerine özel olarak hazırlandığı açıklanmış ve etkinlikler daha iyi motive olabilmelerini sağlamak adına günlük hayatla öğretmen adaylarının günlük hayatta karşılaşabileceleri örneklerden seçilmiştir. Daha sonra hazırlanan atomist yaklaşımına göre hazırlanan modelleme etkinlikleri öğrencilere bireysel olarak verilmiştir. |
| | Gelişme | Öğretmen adayları verilen atomist modelleme etkinlikleri üzerinde odaklanmaları sağlanmıştır. Atomist modelleme yeterlikleri geliştirme yaklaşımına uygun olarak hazırlanan modelleme etkinlikleri üzerinde öğretmen adayları bireysel olarak çalışmışlardır. Atomist modelleme yeterlikleri geliştirme yaklaşımına uygun olarak hazırlanan modelleme etkinlikleri öğretmen adaylarını kısmen zorlayıcı şekilde seçilmiştir. Öğretmen adayrlarına etkinliklerin zorluk derecelerine göre bir veya birden fazla atomist modelleme etkinlikleri verilmiştir. Öğretmen adaylarına atomist modelleme yeterlikleri geliştirme yaklaşımına uygun olarak hazırlanan modelleme etkinliklerini çözebilecekleri kadar yeterli süre tanınmıştır. Bu süre genellikle bir saati fazla geçmeyecek şekilde ayarlanmıştır. Bu süre içerisindeöğretmen adayları üzerinde bireysel olarak çalıştıkları modelleme etkinliklerine yönelik çözümlerini hazır hale getrimişlerdir. Sonraki aşamada ise bu çözümlerin doğruluğu kontrol edilmiştir. |
| | Sonuç | Araştırmacı tahtada öğretmen adaylarının da dâhil oldukları bir tartışma ortamında verilen her bir atomist modelleme yeterlikleri geliştirme yaklaşımına uygun olarak hazırlanan modelleme etkinliklerinin doğru çözümlerini vermiştir. Öğretmen adaylarının etkinliklere ürettikleri alternatif çözümler sorgulanmıştır. Böylece yapılan bütün doğru çözümler karşılaştırılarak ilişkilendirilmiştir. Ayrıca atomist modelleme etkinliklerinin tahtada sınıfla bşrlşkte yapıan tartışma ortamı ile birlikte öğretmen adaylarına çözümlerinin doğruluğunu kontrol etme, nerelerde hata yaptıklarını görme ve çözümlerini revize etme fırsatı verilmiştir. |



*GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR…*