

T.C.
Marmara Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Ortaöğretim Fen Ve Matematik Alanları Eğitimi Ana Bilim Dalı
Ortaöğretim Matematik Eğitimi Bilim Dalı

**MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ
PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİNİN MODELLEME
SÜRECİNDE İNCELENMESİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

MAHMUT KERTİL

İstanbul-2008

T.C.
Marmara Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Ortaöğretim Fen Ve Matematik Alanları Eğitimi Ana Bilim Dalı
Ortaöğretim Matematik Eğitimi Bilim Dalı

**MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ
PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİNİN MODELLEME
SÜRECİNDE İNCELENMESİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

MAHMUT KERTİL

Danışmanlar:
Yrd.Doç. Dr. Emin AYDIN
Yrd.Doç Dr. Ali DELİCE

İstanbul-2008

T.C.
Marmara Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Ortaöğretim Fen Ve Matematik Alanları Eğitimi Ana Bilim Dalı
Ortaöğretim Matematik Eğitimi Bilim Dalı

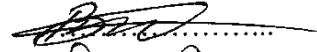
Mahmut KERTİL tarafından hazırlanan MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİNİN MODELLEME SÜRECİNDE İNCELENMESİ başlıklı bu çalışma, 29.01.2008 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

İmzalar

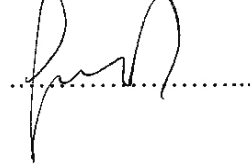
Danışman : Yrd. Doç. Dr. Emin AYDIN



Jüri Üyesi : Doç. Dr. Behiye UBUZ



Jüri Üyesi : Öğrt.Gör.Dr. Savaş BAŞTÜRK



ÖNSÖZ

Matematik geçmişten günümüze her alanda önemli bir yere sahiptir. Özellikle günümüzde bilimin ve teknolojinin hızlı bir şekilde değişmesi farklı donanımlara sahip iş gücü ihtiyacı ile karşımıza çıkmaktadır. Analitik düşünme becerisine sahip, problemlere karşı etkili çözümler üretebilen bireyler yetiştirme günümüzde eğitimin önemli amaçlarından birisidir. Bu anlamda matematik eğitimi daha önemli hale gelmektedir.

Matematiğin sadece sayılar, soyut kavramlar ve formüller yığını olmadığı, analitik düşünme becerilerini ve gerçek hayatta karşılına çıkan problemleri daha kolay çözme becerilerini geliştiren bir bilim olduğunu sınıf ortamında geleneksel yöntemlerle işlenen matematik derslerinde öğrencilere anlatmak oldukça güç olmaktadır. Nitekim bu tarz bir matematik eğitiminin gerçekte hedeflenen amaçlarına ne kadar hizmet ettiği de şüphelidir. Bu nedenle, öğrenciler tarafından sorulan “Bu matematik bizim ne işimize yarayacak?” sorusuna da öğretmenlerin daha kolay ve anlamlı cevaplar verebileceği bir bakış açısı kazanmaları açısından bu çalışmanın bütün meslektaşlarıma faydalı olacağını umuyorum.

Çalışma boyunca rehberliğiyle bana yardımcı olan çok değerli hocalarım ve danışmanlarım Yrd.Doç. Dr. Emin AYDIN ve Yrd.Doç. Dr. Ali DELİCE’ ye, tez jüri üyesi olarak davetimizi kabul eden ve sundukları görüşlerle çalışmamı geri bildirim sağlayan değerli hocalarım Doç. Dr. Behiye UBUZ ve Dr. Savaş BAŞTÜRK’ e ve bölümümdeki bütün hocalarıma teşekkür ederim. Ayrıca bana her türlü manevi desteği sunan, çalışmam boyunca yanımda olan sevgili eşime ve uzak olsalar da manevi desteklerini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Ocak 2008

Mahmut KERTİL

ÖZET

MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİNİN MODELLEME SÜRECİNDE İNCELENMESİ

Sınıf ortamında geleneksel öğretimin ve sözel problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin matematiği farklı bağlamlarda uygulama becerilerini geliştirmediği kaygısı sonucunda matematik eğitiminde modelleme yaklaşımı ortaya çıkmıştır. Matematiğin mühendislik, teknoloji ve daha farklı alanlardaki günlük hayat uygulamaları düşünüldüğünde matematik öğretmenleri için matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin, öğrenciye bilgiyi farklı bağlamlarda sunabilmeleri ve matematiği kullanabilmeleri açısından ne kadar önemli olduğu anlaşılabilir. Buradan hareketle bu çalışma, her biri geleneksel eğitim sisteminden yetişen öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin matematiksel modelleme sürecinde nasıl ortaya çıktığını ve bu becerilerin farklı çalışma ortamlarında ne gibi farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu araştırmada matematik eğitiminde problem çözmeye farklı bir açıdan bakan modelleme yaklaşımı benimsenmiştir.

Çalışma bir grubun derinlemesine incelenmesinden dolayı özel durum (case study) niteliği taşımaktadır. Çalışma grubu olarak bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 4. sınıf matematik öğretmen adayları seçilmiştir. Modelleme sürecindeki becerilerinin belirlenmesinde modelleme testi (ön-test ve son test) ve modelleme etkinlikleri kullanılmıştır. Modelleme etkinliklerinde öğretmen adayları önce bireysel, daha sonra grup çalışması yapmışlardır. Öğretmen adaylarının bireysel ve grup çalışma süreçleri ayrı değerlendirilerek, problem çözme becerilerinin bireysel çalışmalarda nasıl bir görünüm arz ettiği ve grup çalışmalarında nasıl değişiklikler gösterdiği anlaşılmaya çalışılmıştır. Modelleme etkinliklerinde elde edilen nitel verilerin analizinde kategori yöntemi ve betimsel istatistik kullanılmıştır. Modelleme testinden elde edilen bulgular modelleme etkinliklerindeki çözüm süreçlerinden elde edilen bulgular göz önüne alınarak yorumlanmıştır. Ayrıca öğretmen adayları ile yapılan yarı-yapılandırılmış

görüşmeler ile modelleme testi ve etkinliklerinde yaşadıkları zorluklar, bu problemlere bakış açıları ve çalışma süreci sonundaki kazanımları araştırılmıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen bulgular öğretmen adaylarının modelleme etkinlikleri sürecinde problem çözme becerilerinin yeteri kadar iyi olmadığını göstermiştir. Öğretmen adaylarının problemin çözümü için *hedefi belirginleştirme, bir matematiksel model seçme ve uygulama, grafik gösterimlerden yararlanma* gibi modelleme sürecinin bazı aşamalarında zorlandıkları belirlenmiştir. Modelleme etkinliklerinden elde edilen bulgular da modelleme testinin sonuçlarını teyit eder niteliktedir.

Görüşmelerden elde edilen bulgular ise öğretmen adaylarının modelleme etkinliklerine çok yabancı olduklarını ortaya koymakla birlikte bu çalışma sürecinin öğretmen adaylarının problem çözmeye bakış açılarına önemli katkılar sağladığı gözlemlenmiştir. Lise müfredatında modelleme etkinliklerinin kullanılabilmesi için öncelikle öğretmenlerin bu yaklaşımın gerektirdiği donanıma sahip olması gerektiği varsayımı ile öğretmen yetiştirme programlarında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerini geliştirmeye yönelik bir eğitimin gerekliliği bu çalışmanın sonucunda ortaya çıkmıştır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Problem Çözme, Matematiksel Modelleme, Öğretmen Yetiştirme

ABSTRACT

INVESTIGATING PROBLEM SOLVING ABILITY OF PRE-SERVICE MATHEMATICS TEACHERS IN MODELING PROCESS

As a number of researchers raise the question of the appropriateness of current teaching mathematics and mathematical problem solving, modeling perspective is proposed as an alternative to teaching mathematics and problem solving activities. Rapid developments in technology and produce more complex systems in working places and social life. Being able to interpret and work with these complex systems involves important mathematical processes (As constructing, explaining, predicting, coordinating, representing, justifying etc.). So, mathematical modeling ability for a teacher as well as for a student became an important quality in this century, for teaching and using mathematics in different contexts. can be understood by considering applications of mathematics in different areas in this century. So, this study investigates problem solving abilities of pre-service teachers in modeling process and the changes of these abilities taking place in different study forms. Mathematical modeling perspective to problem solving in mathematics education is adopted in the process of this study.

This study is conducted by pre-service mathematics teachers as individual and group working which aims to analyze pre-service teachers' ability of using mathematics in modeling activities during different study forms. Because It has been aimed to get in-depth understanding of pre-service mathematics teachers' ability of problem solving in modeling process of the given tasks, it carries the properties of case study. Participants of the study are forty pre-service mathematics teachers. Firstly, prospective teachers studied individually on given tasks and then they had group work on the same tasks. Individual and group works are analyzed separately to investigate the changes in problem solving abilities taking place in different study forms. Furthermore, semi-structured interviews are carried out to determine the difficulties faced during modeling process, their views about modeling activities and their profits in this process.

The results show that pre-service teachers' problem solving abilities in modeling activities are not well enough. Student teachers lived many difficulties in some phases of modeling process as *clarifying the goal*, *selecting a model* and *using graphical representation* in their solution process. The results of mathematical modeling test and results of modeling activities confirmed the same findings.

The results of interviews showed that these problems are new for pre-service teachers. Also, the interviews showed the process of this study provide with new insights to pre-service teachers about problem solving and mathematics education. As a result of this study, it is understood that developing prospective teachers' problem solving and modeling abilities, so they can teach mathematics in different contexts and with different problems, must be an important requirement and goal for mathematics education programs.

KEY WORDS: Problem Solving, Mathematical Modeling, Teacher Education

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
ÖZET.....	II
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER	VI
TABLOLAR	IX
ŞEKİLLER	X
I.GİRİŞ.....	1
1.1 ÇALIŞMANIN ALTYAPISI.....	2
1.2 ARAŞTIRMA SORUSU	3
1.3 AMAÇ.....	7
1.4 ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ.....	8
1.6 SINIRLIKLAR.....	9
II. LİTERATÜR TARAMASI.....	11
2.1 PROBLEM ÇÖZME VE MATEMATİK EĞİTİMİNDEKİ YERİ.....	11
2.2 MATEMATİKSEL MODELLEME	14
2.2.1 Model ve Matematiksel Model	15
2.2.2 Matematiksel Modellemenin Tanımı	16
2.2.3 Modelleme Yaklaşımları.....	17
2.3 MODELLEME PROBLEMLERİ ve GELENEKSEL SÖZEL PROBLEMLER	22
2.4 MODELLEME ETKİNLİKLERİ	24
2.5 MATEMATİKSEL MODELLEMEDE DUYUŞSAL FAKTÖRLER.....	26
2.6 GRUP ÇALIŞMASININ ROLÜ	27
2.7 ÖĞRETMEN VE ÖĞRETMEN EĞİTİMİ AÇISINDAN MODELLEME YAKLAŞIMI	30
2.9 TEORİK ÇERÇEVE.....	32
III. METODOLOJİ	35
3.1 ARAŞTIRMA MODELİ.....	36
3.1.1 Nicel (Pozitivist) Yaklaşımlar.....	36
3.1.2 Nitel (Yorumlayıcı) Yaklaşımlar	37

3.1.3 Özel Durum Çalışması	39
3.1.3.1 Ön-Test Son-Test Tek Gruplu Deney-öncesi Tasarım.....	40
3.1.3.2 Eylem Araştırması.....	41
3.2 ÇALIŞMA GRUBU	42
3.3 VERİ TOPLAMA ARAÇLARI VE UYGULAMALAR	43
3.3.1 Deneme Çalışmaları	44
3.3.1.1 Modelleme Testinin Türkçeye Adaptasyon Çalışması	45
3.3.2 Uygulama Süreci	48
3.3.2.1 Ön test:	50
3.3.2.2 Modelleme Etkinlikleri	51
3.3.2.3 Etkinlik 1	53
3.3.2.4 Etkinlik 2	55
3.3.2.5 Etkinlik 3	56
3.3.2.6 Son Test.....	58
3.3.3 Görüşmeler	58
3.4 VERİLERİN ÇÖZÜMLENMESİ VE YORUMLANMASI	59
3.4.1 Modelleme Testinin Değerlendirmesi	60
3.4.2 Performans Değerlendirmesi	60
3.4.2 Süreç Değerlendirmesi	61
3.5 GEÇERLİK VE GÜVENİRLİK	64
IV. BULGULAR VE YORUMLAR	67
4.1 MATEMATİKSEL MODELLEME BECERİLERİNİN BELİRLENMESİ	67
4.1.1 Ön-test	68
4.1.2 Son-test.....	71
4.2 ETKİNLİKLER.....	76
4.3 SÜREÇ ANALİZİ.....	79
4.3.1 Bazı Cevap Örnekleri	79
4.3.1.1 Etkinlik 1, 2.Soruya İlişkin Bulgular	79
4.3.1.2 Etkinlik 2, 1.Soruya İlişkin Bulgular	80
4.3.1.3 Etkinlik 3, 1.Soruya İlişkin Bulgular	82
4.3.2 Kategoriler.....	83

4.3.1.1 Kategorilerin Çözüm Sürecinde Değerlendirilmesi.....	85
4.3.2 Değerlendirme Örnekleri	85
4.4 GÖRÜŞMELER.....	91
V.SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER	97
5.1 SONUÇLAR	97
5.1.1 Modelleme Testi İle İlgili Sonuçlar	97
5.1.2 Modelleme Etkinlikleri Sonuçları.....	99
5.2 ÖNERİLER	105
KAYNAKLAR	108
EKLER.....	116
Ek1: Modelleme Testi-I	116
Ek 2: Modelleme Testi-II.....	122
Ek3: Etkinlik I.....	129
Ek4: Etkinlik II.....	130
Ek5: Etkinlik III	131
Ek6: Değerlendirme Tabloları.....	132

TABLULAR

Tablo 1 :	Kaiser'e (2005) göre literatürde var olan Modelleme yaklaşımlarının sınıflandırılması	16
Tablo 2 :	Çalışmanın genel süreci	47
Tablo 3 :	Ön-test ve Son-test sorularının ölçmeyi hedefledikleri becerilere göre dağılımı	50
Tablo 4 :	Etkinlik 3-Problem 1	61
Tablo 5 :	Geçerlik ve Güvenirlik Konusunda Nicel ve Nitel Araştırmada Kabul Gören Kavramların Karşılaştırılması...	65
Tablo 3 :	Ön-test ve Son-test sorularının ölçmeyi hedefledikleri becerilere göre dağılımı	68
Tablo 6 :	Ön-test sorularına verilen cevapların puan ortalamaları.....	69
Tablo 7 :	Ön test soruların cevaplanma yüzdeleri.....	70
Tablo 8 :	Son-test sorularına verilen cevapların puan ortalamaları.....	71
Tablo 9 :	Son-test soruların cevaplanma yüzdeleri.....	72
Tablo 10:	Ön test- son test cevap yüzdelerinin karşılaştırılması	73
Tablo 11:	Ön-test, Son-test Karşılaştırması.....	74
Tablo 12:	Ön-test ve Son-test karşılaştırması ile ilgili Eşleştirilmiş t-Testi.....	75
Tablo 13:	Etkinliklerde Bireysel Çalışmaların Performans Değerlendirmesi.....	76
Tablo 14:	Etkinliklerde Grup Çalışmalarının Performans Değerlendirmesi.....	77
Tablo 15:	Bireysel ve Grup Çalışmalarının Performans Karşılaştırılması.....	78
Tablo 16:	Kategoriler ve açıklamaları.....	84
Tablo 17:	Bireysel Çözüm Süreçlerinde Gözlemlenen Davranış Dağılımları.....	88
Tablo 18:	Grup Çalışmalarındaki Çözüm Sürecinde Gözlemlenen Davranış Dağılımları	89
Tablo 19:	Bireysel ve Grup çalışmalarının davranış dağılım yüzdelerinin karşılaştırılması	90

ŞEKİLLER

Şekil 1: Matematiksel Problemler İçin Sınıflandırma Şeması	12
Şekil2 :Ön test 4.soru düzeltmeden önce	46
Şekil 3: Ön test 4.soru son hali	46
Şekil 4: Ön test 10.soru düzeltmeden önce	47
Şekil 5: Ön test 10.soru son hali	47
Şekil 6: Etkinlik 1- Problem 1	53
Şekil 7: Etkinlik 1- Problem2.....	54
Şekil 8: Etkinlik1- Problem3.....	54
Şekil 9: Etkinlik 2- Problem1	55
Şekil 10: Etkinlik 2- Problem2.....	55
Şekil 11: Etkinlik 3- Problem 1	57
Şekil 12: Etkinlik 3- Problem 2.....	57
Şekil 13: Süreç Değerlendirme Formatı.....	63
Şekil 14: 7.Grubun Cevabı.....	80
Şekil 15: 3 Numaralı Öğrencinin Cevabı.....	81
Şekil 16: 2.Grubun Çözümü.....	82
Şekil 17: 4 Numaralı Öğrencinin Etkinlik2-1 İçin Çözümü	85

I.GİRİŞ

Bir ülkenin bilimsel gelişimi eğitime verdiği önemle paralellik arz etmektedir. Bütün bu teknolojik ve bilimsel gelişmelerin temelinde matematik biliminin olduğu söylenebilir. Bu açıdan matematik eğitimi analitik ve yaratıcı düşünme becerilerine sahip problem çözme becerileri çok gelişmiş bireyler yetiştirmek için eğitim sisteminde ayrı bir öneme sahiptir. Matematik eğitimi diğer alanlar gibi bütün dünyada sürekli değişen ve gelişen bir alandır (Kilpatrick, 1992). İnsanlar ve toplumlar değiştikçe ve bu değişim farklı ihtiyaçlar doğurdukça değişim ve gelişim kaçınılmaz olmaktadır.

Matematiksel modelleme, en genel anlamıyla gerçek hayattan bir durumun matematiksel olarak ifade edilme sürecidir. Fakat Lingefjard'a (2006) göre matematiksel modelleme yukarıdaki bahsedilen anlamdan daha öte süreçleri içermektedir. Matematiksel modelleme bir fenomenin gözlemlenmesi, ilişkilerin ortaya çıkarılması, matematiksel analizlerin yapılması, sonuçların elde edilmesi ve modelin tekrar yorumlanması süreçlerini içermektedir (Swetz ve Hartzler, 1991; akt. Lingefjard, 2006). Matematiksel modellemenin fizik, kimya, mühendislik, tıp ve daha birçok alanda uygulamalarını görmek mümkündür. Matematiğin gerçek hayatta uygulamalarını içermesi, matematiksel bilginin somut olarak kullanılabilmesi ve matematiği kullanarak olaylara daha analitik ve pratik çözümler üretebilme olanağı sağlaması gibi varsayımlar matematiksel modellemenin ilköğretim ve ortaöğretim matematik eğitimi düzeyinde de kullanılması gerektiği fikrini doğurmaktadır. Nitekim son yıllarda birçok matematik eğitimi araştırmacısı eğitimde matematiksel modelleme üzerinde çalışmalar yapmaktadırlar. Matematik eğitimcilerini matematiksel modelleme üzerinde çalışmaya yönlendiren temel kaygılar "öğrencilerin gerçek hayatta kullanabilecekleri matematiksel bilgi ve matematiksel düşünme becerisine sahip olabilmeleri için nasıl bir matematik eğitimi yapılmalıdır?" sorusu ve geleneksel yöntemlerin ve problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerisini geliştirmede yetersizliği kaygısıdır (Mousoulides, Christou ve Sriraman, 2005).

Son yıllarda matematiksel modellemenin matematik eğitiminde yeri ve önemi NCTM (2000) ve birçok matematik eğitimi araştırmacıları tarafından vurgulanmaktadır (Gravemeijer ve Doorman, 1999; Lesh ve Doerr, 2003; Lesh ve Lehrer,2003). Günümüzde teknoloji, mühendislik, mimarlık, ekonomi ve çok daha farklı alanlarda teknoloji ile barışık, problem çözme ve *matematiksel modelleme* yapabilme becerisi gelişmiş bireylere ihtiyaç artmaktadır (Lingefjard, 2006).

Bu alanlarda öğrenim gören ve yetişmiş bireyler için matematiksel modelleme yapabilme becerisi önemli bir ihtiyaç olduğu halde, eski ilköğretim ve lise müfredatlarının matematiksel modelleme becerisini geliştirmeye yönelik olarak *sözel problemler çözme* etkinlikleri ile sınırlı olduğu gözlemlenmektedir. Fakat Greer (1997) ve Schoenfeld (1992) gibi araştırmacılar geleneksel sözel problemlerin öğrencilerin gerçek hayatta problem çözme becerilerini yeterince geliştirmedğini yaptıkları çalışmalarla ortaya koymuşlardır.

1.1 ÇALIŞMANIN ALTYAPISI

21.yüzyıl bilim ve teknolojinin çok hızlı bir şekilde geliştiği bir yüzyıldır. Günümüzde bilim ve teknolojinin artan bir ivmeyle gelişmesi toplumların sosyal yapısında değişimi ve gelişimi kaçınılmaz hale getirmiştir. Bilim ve bilginin bu denli hızlı gelişmesi eğitim sistemlerinin de bu değişime ayak uydurmasını gerektirmektedir. Sosyal yapıdaki bu değişim ve gelişim farklı becerilere ve donanımlara sahip bireylere ihtiyacı da artırmıştır. Eğitim ve öğretim kurumlarının da bu ihtiyaca cevap verebilmesi için yenilikleri takip ederek kendilerini güncellemeleri gerekmektedir.

Matematik eğitimi açısından bakıldığında matematiğin uygulama alanları göz önüne alınarak öğrencilere ilerideki hayatlarında kullanabilecekleri bilgi ve problem çözme becerilerinin altyapısının kazandırılması asıl hedef olmalıdır. Günümüzde bir çok alanda çalışan bireyler matematiksel düşünme, problem çözme ve matematiksel modelleme becerisi gerektiren proje ve benzeri aktivitelerle uğraştıkları halde ilköğretim ve lise düzeyinde matematiksel modelleme becerisini geliştirmeye yönelik

bir eğitimin verilmemesi eğitim sistemimizin önemli bir eksiği olduğunu düşünmekteyiz.

Bu düşünceden hareketle, bu çalışmada her biri geleneksel eğitim sisteminden yetişen, geleceğin öğretmenleri olacak matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecinde problem çözme becerileri, gerçek hayat durumlarını anlama ve yorumlamada matematiği ne kadar kullanabildikleri ve dolayısı ile matematiksel modelleme becerileri ile ilgili mevcut durumlarının anlaşılması amaçlanmaktadır. Ayrıca yapılan bir dizi modelleme etkinliklerinin, öğretmen adaylarının modelleme sürecindeki becerilerinin gelişimi üzerindeki etkisi de incelenmiştir.

1.2 ARAŞTIRMA SORUSU

Araştırma sorularının belirlenmesi nicel araştırmalarda olduğu gibi baştan kesin olarak belirlenmenin aksine birçok nitel çalışmada araştırma sorusu yazma süreci “geliştirme” ve “yeniden ifade etme” ye dayalı bir çalışma içerir. (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Yani araştırma soruları önce araştırmacıya esneklik sağlayabilecek en genel ifadelerle ve açık uçlu olarak belirlenir ve daha sonra veri toplama ve değerlendirme sürecinde araştırmacı çalışmanın sorularını daha özel ve kapalı uçlu sorulara doğru indirgeyebilir. Bu çalışmada da ilgili literatür ışığında en genel araştırma sorusu olarak “matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecinde gözlemlenen problem çözme beceri düzeyleri nedir?” şeklinde belirlenmiş olup, daha sonra veri toplama ve analiz sürecinde alt problemler aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

“Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi” başlıklı bu çalışmada cevap aranacak başlıca problem ve alt problemler aşağıdaki gibidir;

1. Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme testi ve modelleme etkinliklerindeki performans düzeyleri nedir?

2. Matematiksel modelleme sürecinde öğretmen adaylarının problem çözme becerileri nasıl ortaya çıkmaktadır?
3. Matematiksel modelleme sürecinde öğretmen adaylarının bireysel ve grup çalışması sürecinde problem çözme becerileri nasıl farklılık göstermektedir?
4. Matematiksel modelleme etkinlikleri sürecinin öğretmen adaylarının modelleme becerilerini geliştirmeye yönelik etkisi nedir?
5. Modelleme etkinlikleri ve modelleme testinden oluşan çalışma süreci öğretmen adayları tarafından nasıl değerlendirilmektedir?

Yukarıda bahsedilen araştırmanın odağının ve problemlerinin belirlenmesinde literatürde problem çözme ve matematiksel modelleme üzerinde birçok çalışmadan yararlanılmıştır. Örneğin Verschaffel ve diğerleri (1997) öğretmenler üzerinde yaptıkları bir çalışmada, öğretmenlerde sözel ve gerçek hayat problemlerinin çözme sürecinde gerçek hayat durumlarını göz önünde bulundurmama eğilimi olduğunu ve bunun çözüm süreçlerine olumsuz yansıdığını göstermişlerdir. Bu çalışma bize öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerinin geleneksel problem çözme etkinlikleri ile yeterince gelişmediğini göstermektedir. Lingefjard (2000) tarafından yapılan “matematik öğretmen adayları ile teknolojiyi kullanarak matematiksel modelleme” başlıklı daha geniş kapsamlı bir tez çalışmasında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemlerinde yaşadıkları zorluklar, teknoloji kullanımının sürece etkisi ve çözüm sürecinde öğrencilerin daha çok etkisinde kaldığı otorite (teknoloji, arkadaş, öğretmen, ders kitabı vb.) gözlemler ve görüşmelerle anlaşılmasına çalışılmıştır. Çalışmanın sonucunda teknoloji ile zenginleştirilerek oluşturulmuş bir bağlamda yapılan modelleme etkinlikleri sonucunda öğrencilerin matematiği anlamaları ve matematiksel modelleme becerilerinin geliştiğinden bahsedilmiştir. Yine Lingefjard (2004)’te yaptığı bir çalışmada Crouch ve diğerleri (2004) tarafından geliştirilen matematiksel modelleme testini kullanarak matematiksel modelleme dersinin öğretmen adaylarının modelleme yapabilme becerilerinin gelişmesinde katkılarını incelemiştir. Öte yandan Zbiek ve

Conner (2006) matematiksel modellemeyi öğrencilerin müfredat matematiğini derinlemesine anlamalarına yardımcı olacak bir tür bağlam oluşturma olarak incelemişlerdir. Öğretmen adayları ile çalışan bu araştırmacılar matematiksel modelleme etkinlikleri sonucu matematik müfredatınca hedeflenen konuların ve kavramların öğretilmesinin yanında, modellemenin alt süreçleri neticesinde öğrenciler tarafından müfredat matematiğinin daha derinlemesine öğrenildiği ve öğrencilere daha fazla ve yeni matematik konuları öğrenme konusunda motivasyon sağladığı sonucuna varmışlardır.

Yukarıda bahsedilen çalışmalarda da olduğu gibi literatürde var olan modelleme ile ilgili çalışmalarda belirli bir uygulama sürecinin (bir ders içeriği veya öğretim tekniği) modelleme becerileri üzerindeki etkisi veya modelleme etkinliklerinin matematik eğitiminin kalitesine katkısının incelendiği gözlemlenmektedir. Bu çalışmalar bize, ülkemizdeki öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının modelleme etkinliklerindeki performansları ve çözüm süreçlerine yansıttıkları ile ilgili olarak mevcut durumu araştırmaya yönelik bir çalışma yapma noktasında merak ve motivasyon sağlamıştır. Türk Eğitim sisteminde öğrencilerin modelleme becerilerini ve dolayısı ile matematik bilgilerini farklı bağlamlarda uygulama becerilerini geliştirmeye yönelik ilköğretim ve ortaöğretim düzeyinde bir eğitimin (en azından geçmiş yıllarda) verilmediği sonucu müfredat ve uygulamalarına bakılarak çıkarılabilir. Dolayısı ile bu çalışma geleneksel bir eğitim sisteminden yetişmiş öğretmen adaylarının alışkın olmadıkları problem durumlarından oluşan ve öğrenim hayatları boyunca çok karşılaşmadıkları modelleme etkinlikleri sürecindeki problem çözme becerilerini incelemektedir. Bu bakımdan diğer çalışmalardan farklılık arz etmektedir. Bu çalışmada da bir dizi etkinlik sürecinin öğretmen adaylarının gelişimine katkısını incelenmekle birlikte uygulama sürecinin amacı ve süresi bakımından literatürdeki diğer çalışmalardan ayrılmaktadır. Öğretmen adaylarının mevcut durumlarını ortaya koyması açısından betimsel bir özellik taşımaktadır. Fakat modelleme problemlerindeki çözüm süreçlerinin ayrıntılı analiz edilmesi ile öğretmen adaylarının bu süreçte problem çözme becerilerini incelemesi ve açıklaması bakımından betimsel analizin ötesine geçmektedir. Problem çözme becerilerinin çalışmanın katılımcılarının geçmiş öğrenim hayatlarında çok

karşılaşmadıkları ve alışkın olmadıkları rutin olmayan, açık uçlu ve gerçek hayat bağlamlarından oluşan modelleme etkinlikleri sürecinde incelenmesi bakımından literatüre farklı bir katkı sağladığı söylenebilir. Nitekim literatürde modelleme becerilerini geliştirmeyi amaçlayan bir eğitim süreci sonucunda bu tür çalışmalar (Lingefjard, 2004) yapılmıştır.

Diğer yandan, Lingefjard (2004) ve Crouch ve diğerlerinin (2003)'te yaptıkları çalışmalarda matematiksel modellemenin öğretilmesi hedeflenen bir dersin uygulanma süreci sonucunda öğretmen adaylarının modelleme becerilerindeki gelişmeyi incelemişlerdir. Çalışmada öğretmen adaylarının gelişimini değerlendirmek için Crouch ve diğerleri (1991; 2003) tarafından geliştirilen çoktan seçmeli, çok cevaplı matematiksel modelleme testini kullanmışlardır. Bu çalışmada ise modelleme becerilerinin belirlenmesinde modelleme testinin yanı sıra modelleme etkinlikleri de kullanılmıştır. Modelleme etkinliklerinde bireysel ve grup çalışmalarındaki çözüm süreçlerinde modelleme testinde belirlenen beceriler gözlemlenmiştir. Böylece modelleme testinden elde edilen sonuçlar modelleme etkinlikleri sürecinde elde edilen bulgularla birlikte yorumlanmıştır. Modelleme testi ile belirlenmeye çalışılan beceriler, etkinliklerdeki çözüm süreçlerinde de ayrıntılı olarak incelenerek daha geniş ve zengin bir veri kaynağından öğretmen adaylarının modelleme becerileri incelenmiştir.

Öğretmen adayları veya öğretmenlerle yapılan modelleme etkinliklerinin onların mesleki gelişiminde de katkı sağladığı düşünülmektedir (Lesh ve Doerr, 2003). Modelleme etkinlikleri sürecinde öğretmenler veya öğretmen adayları matematiksel bir modelin, kavramın ortaya çıkması için ve bir problemin çözümü için öğrencilerin hangi düşünme süreçlerinden geçtiğini ve bu sürecin nasıl değerlendirilmesi gerektiğini yaşayarak öğreneceklerdir. Yani bu yaklaşım öğrencilerin yaşayacağı süreçler hakkında öğretmenlerin daha iyi bilgi sahibi olmalarını sağlamak için bu süreçlerin onlara da yaşatılması gerektiğini söylemektedir. Nitekim Schorr ve Lesh (2003) tarafından öğretmenlerle küçük grup çalışmaları şeklinde yapılan ve modelleme aktivitelerinden oluşan uzun süreli bir proje çalışması yapılmıştır. Sonuçları itibariyle bu çalışma, öğretmenlerin: (a) problem çözme etkinliklerinde

öğrencilerde gözlemlenmesi gereken en önemli davranışlar konusundaki algılamalarında (b) öğrencilerin cevaplarında güçlü ve zayıf olarak değerlendirilmesi gereken noktalar konusundaki görüşlerinde ve (c) ölçme-değerlendirme konusundaki fikirlerinde önemli değişiklikler olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada da öğretmen adayları ile bir ay devam eden bir dizi modelleme etkinliği bireysel ve grup çalışması şeklinde yaptırıldığından, öğretmen adaylarının mesleki gelişimlerine ne gibi katkılarının olduğu yapılan görüşmelerle, öğretmen adaylarının kendi bakış açıları ile, incelenmiştir.

1.3 AMAÇ

Günümüzde eğitim sistemleri çağın gereksinimlerini karşılayabilmek ve uyum sağlayabilmek için sürekli gelişim ve değişim halindedir. Türk eğitim sistemi bağlamında düşündüğümüzde yapılan müfredat değişiklikleri ile bu değişim ve gelişim yapılmaya çalışılmaktadır. Yeni ilköğretim ve ortaöğretim müfredat değişiklikleri ile birlikte eğitim sistemimiz davranışçı yaklaşımdan “yapılandırmacı” yaklaşıma doğru bir paradigma değişikliği yakalamaya çalışmaktadır. Gelişmiş ülkelerde yapılandırmacı anlayışın uzun yıllardan beri eğitim sistemlerinde hakim paradigma olduğu düşünülürse Türk eğitim sisteminin değişim ve gelişim konusunda ne kadar yavaş kaldığını anlamaktayız.

Matematik eğitiminin hedefleri göz önüne alınarak düşünüldüğünde, bir öğrencinin günümüzde bir çok alanda başarılı olabilmesi için müfredat matematiğini bilmenin yanında, problem çözme becerisi gelişmiş ve matematiksel modelleme yapabilme becerisine sahip olması gerekmektedir. Bu düşünceden hareketle geleneksel eğitim sisteminden yetişmiş matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerileri matematiksel modelleme sürecinde incelenerek müfredatın uygulayıcısı olacak öğretmen adaylarının durumları hakkında bir fikir edinme bu çalışmanın amaçlarından biridir.

Diğer yandan, yaptığımız bu çalışmada geleneksel eğitim sisteminden yetişen öğretmen adaylarının problem çözme becerileri ile ilgili mevcut durumlarını ortaya

koymanın yanında modelleme etkinlikleriyle onların modelleme ve problem çözüme becerilerine katkı sağlama ve öğrencilerin yaşayacağı önemli süreçlerin bireysel ve grup çalışmaları sürecinde kendilerine yaşatılması da amaçlanmaktadır.

1.4 ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ

Öğrenciler, sınıf ortamında öğrendikleri bilgileri yaşantısında nerede ve nasıl uygulayabilecekleri konusunda güçlükler yaşamaktadırlar. Öğrenme ortamlarının öğretmen merkezli ve tek bir sınıf ortamında olması, öğrencilerin bilgilerini gerçek hayat problemlerine transfer edebilme becerileri üzerinde negatif bir etkiye sahip olabilir. Bu anlamda matematik eğitiminde birçok kavramın öğrenciler için daha anlamlı hale gelmesi için farklı uygulama alanları ve bağlamlarla desteklenmesi gerekmektedir (Bransford, Brown ve Cocking, 1999). Bu açıdan yapacağımız çalışma öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin belirlenmesinin yanında matematik eğitiminde ve problem çözümede farklı bağlamlar oluşturabilecek olan modelleme etkinlikleri sürecini yaşamaları bakımından önemlidir.

Niss'e (1999) göre matematik eğitiminde yapılan araştırmaların büyük çoğunluğunun odağı öğrencilerin matematiği kavramaları ve yorumlamaları, kavramların öğrenciye nasıl öğretildiği, gibi sadece matematik alanıyla sınırlı kalmaktadır. Araştırmaların büyük çoğunluğunun matematiği anlamının doğası ile ilgili olması, öğrencilerin matematiği farklı ortamlarda uygulama becerilerini geliştirmeye yönelik farklı eğitim-öğretim yöntemleri üzerinde yoğunlaşan çalışmaların sınırlı kalmasına sebep olmaktadır. Gerçek hayattaki her bir problemin kendine has, farklı yönleri olduğu için, öğrenci belirli bir bağlamda tecrübe ettiği bir problemi başka bir bağlamda anlamlandırmakta ve dolayısıyla çözmekte güçlük çekebilir (Bransford, Brown ve Cocking, 1999). Örneğin Brezilyada sokaklarda satış yapan çocuklar satış esnasında gereken matematiksel hesaplamaları hızlı ve doğru bir şekilde yaptıkları halde, aynı öğrenciler aynı tür problemleri sınıf ortamında çözemedikleri gözlemlenmiştir (Carragher, 1986; Carragher, Carragher ve Schlieman, 1985). Öğrenciler sınıf ortamında yapamadıkları şeyleri günlük hayatta hızlı ve doğru bir şekilde yapabilmeleri sınıf

ortamında eğitimin bazı eksik yönlerinin olduğunu göstermektedir. Bu nedenle modelleme etkinlikleri sınıfta öğretilen matematik konularının farklı bağlamlarda sunulması fırsatı vermesi bakımından matematik eğitiminde önemli bir yeri olmalıdır. Özellikle araştırmanın katılımcıları olan öğretmen adaylarının sahip oldukları matematiksel bilgilerini geleneksel yöntemlerle sınıf ortamında öğrendikleri düşünülürse, bu etkinliklerdeki düşünme süreçleri onlar için bir farklılık arz edecektir.

Öğretmen adayları ile bireysel ve grup çalışması olarak yaptırılan modelleme etkinliklerinin doğası öğrencilerin problem çözme, düşünme ve model oluşturma süreçlerini ortaya çıkarmaya yönelik olduğu için bizim için ayrı bir önem arz etmektedir. Çünkü bu etkinlikler geleceğin matematik öğretmeni olacak matematik öğretmen adayları ile yapılmıştır. Bu nedenle, bu çalışma öğretmen adaylarının belirli becerilerinin ya da eksiklerinin belirlenmesinin yanında, onlara öğretmen olduklarında öğrencilerinin düşünme süreçlerini ve örüntülerini daha iyi anlayabilmek için sınıf ortamında uygulayabilecekleri etkinliklerin niteliği ve nasıl uygulayabilecekleri noktasında bir öngörü kazanmalarına katkı sağlayabilir.

1.6 SINIRLIKLAR

Araştırmanın başlığı göz önüne alındığında ve problem çözme becerilerinin çok geniş ve derin anlamlarının olduğu da düşünülürse, bu çalışma kullanılan veri toplama yöntem ve teknikleriyle sınırlı kalmaktadır. Problem çözme becerilerini değerlendirmek için çok farklı araç ve teknikler kullanılabilir. Ancak bu çalışmada modelleme etkinlikleri ve modelleme testi kullanılmıştır.

Ayrıca çözüm süreçlerinin değerlendirmesi modelleme testinde ölçülmeye çalışılan becerilerle sınırlıdır. Yani öğretmen adaylarının modelleme sürecindeki problem çözme becerileri olarak modelleme testinin ölçmeye çalıştığı beceriler incelenmiştir.

Çalışmanın, katılımcıları, yapıldığı yer ve zaman itibariyle düşünüldüğünde; Çalışmanın katılımcıları bir devlet üniversitesi yaklaşık 40 kişilik 4.sınıf matematik öğretmen adayı grubu ile sınırlıdır. Süre açısından 2006-2007 eğitim-öğretim yılının 2. dönemi ile sınırlıdır.

II. LİTERATÜR TARAMASI

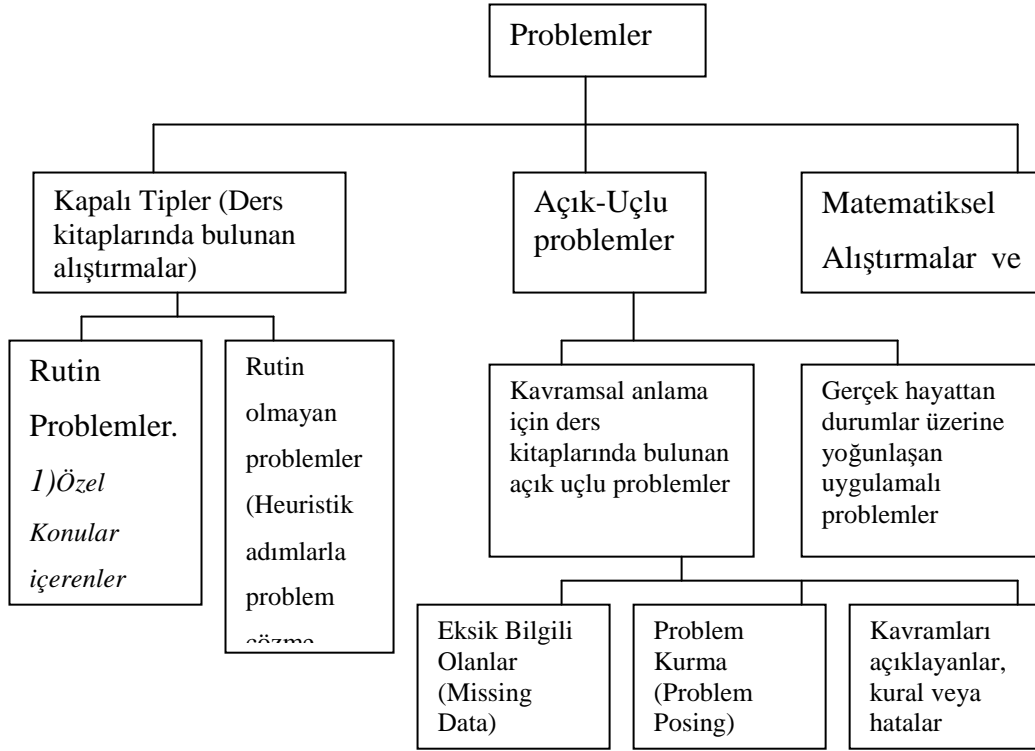
Bu kısımda yaptığımız çalışma ile ilgili literatür ayrıntılı olarak incelenecek ve daha sonra ilgili literatür ışığında çalışmanın kuramsal çerçevesi verilecektir. Matematik eğitiminde modelleme ile ilgili çalışmalardan ve yaklaşımlardan bahsetmeden önce modelleme yaklaşımının temellerini oluşturan problem çözmeden bahsedilecek ve daha sonra matematiksel modellemenin tanımı ve matematik eğitiminde modelleme yaklaşımı ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

2.1 PROBLEM ÇÖZME VE MATEMATİK EĞİTİMİNDEKİ YERİ

Matematik derslerinde sunulan bilgilerin anlaşılması, ilişkilendirilmesi ve sözel ya da daha farklı temsillerle ifade edilmesi problem çözme sürecinde meydana gelmektedir. Bu nedenle, problem çözme aktiviteleri matematik eğitiminin en önemli aracı durumundadır ve problem çözme matematik eğitimi araştırmalarında en çok çalışılan konuların başında gelmektedir. Günümüzde matematik problem çözme aktiviteleri çağın ihtiyaçlarını karşılamaktan uzak olduğu söylemi Greer (1997), Verschaffel ve diğerleri (1994) tarafından yapılan çalışmalarda ve daha birçok matematik eğitimi araştırmasında karşımıza çıkmaktadır. Matematiksel problem çözme verilenlerin, ulaşılması gereken sonucun ve sonuca ulaşmak için kullanılması gereken işlem ve prosedürün belirli ve açık olduğu bir işlemi gerçekleştirmenin ötesinde bir aktivitedir. Günümüzde birçok alanda karşılaşılan problem durumlarına bireylerin çok daha gelişmiş ve üretken yorumlar getirebilmeleri gerekmektedir.

Akay, Soybaş ve Argün'e (2006) göre "Problem" kavramının tanımlarından yaygın ve kabul görmüş olanı, bireyin hemen çözümü olmayan bir problemle ya da durumla karşılaştığında bu durumun üstesinden gelmeye karar vermesi ve bunun üzerine düşünmesi ve akıl yormasıdır. Literatürde matematiksel problem çözme, Polya (1973) ve Schoenfeld (1992) gibi ve daha birçok sayıda araştırmacı tarafından üzerinde çalışılmış ve halen çalışılan bir konudur. Literatürde problemlerin sözel problem-cebirselsel problem, rutin ve rutin olmayan problem (Selden ve diğerleri

1999), gerçek hayat problemleri (Freudenthal, 1991; Gravemeijer, 1997) ve problem durumları, açık uçlu, kapalı uçlu problemler gibi sınıflandırmalar mevcuttur. Akay, Soybaş ve Argün (2006), Foong'un (1990) problem çözümü ve problemlerin kullanımını üzerine sistematik bir literatür taramasına dayanarak farklı problem tiplerine yönelik Şekil1'de görüldüğü gibi bir sınıflandırma yapmışlardır.



Şekil 1: Matematiksel Problemler İçin Sınıflandırma Şeması

Problem çözme aktivitesinin amacına hizmet edebilmesi, şüphesiz kullanılan problemin yapısına ve amacına bağlıdır. “Matematik eğitiminde öğrencilere yönlendirilen her soru bir problem midir? ; Bu sorular matematik eğitiminin amacına ne kadar hizmet etmektedir? ” gibi sorular üzerinde halen tartışılan ve tartışılmaya da devam edecek bir konu durumundadır. Schoenfeld (1992) ve English (2003) gibi araştırmacılar problem çözme aktivitesinin, geleneksel sözel problem çözme aktivitesinden ve matematik alıştırmalarından ayrılması gerektiğini söylemektedirler. Schoenfeld'e (1992) göre problemlerin ve problem çözme aktivitesinin öğrencilerin üst düzey bilişsel ve üstbilişsel süreçleri içermesi gerektiğini belirtmektedir.

Geleneksel sözel problemler üzerinde çalışmalardan elde edilen bulgular sonucunda matematik eğitimi araştırmacılarının problem çözüme aktivitesi olarak modelleme problemlerine ilgisi artmaya başlamıştır. Sınıfta öğretilen matematiği ve problem çözüme aktivitelerini sosyal ve bilişsel açıdan inceleyen Reusser ve Stebler (1997) yaptıkları çalışmalarda matematiksel modelleme becerilerini geliştirmeye yönelik sözel problemlerin çözümünde, öğrencilerin gerçek hayat durumlarını ve kısıtlamalarını göz önünde bulundurmadan problemleri çözdüklerini göstermişlerdir. Bunun sonucu olarak öğrenilen matematiğin ve matematik problem çözümenin, bir sınıf matematiği kültürü oluşturduğundan bahsetmektedirler.

Reusser ve Stebler'e (1997) göre yapılandırılmış bir sosyal ortam olarak sınıfta sorulan matematik problemlerine karşı öğrencilerde var olan bazı didaktik kabuller(didactical contract) olarak aşağıdaki kabullerden bahsedilebilir. Bunlar;

- Kitapta olan veya öğretmen tarafından sorulan her problemin çözülebilir ve çözümleri gereken bir problem olarak düşünme,
- Problemin doğruluğunu ve tam olup olmadığını sorgulamama,
- Her bir problemin tek bir doğru cevabının olması gerektiğini düşünme,
- Sorulan her probleme bir cevap verme,
- Çözüme ulaşmak için soruda verilen her sayıyı ve veriyi kullanma,
- Seçilen bir matematiksel işlem tam sonuç veriyorsa (kalansız, virgülsüz...), doğru yolda olduğunu düşünme,
- Problem anlaşılmaı ise doğru matematiksel işlemleri, operasyonları seçmek için, anahtar kelimelere veya daha önce çözülen benzer problemlere bakma.

Greer (1997) , Verschaffel, De Corte ve Lausure (1994), Yoshida, Verschaffel ve De Corte (1997) gibi araştırmacılar da yaptıkları çalışmalarda yukarıda bahsedilen araştırmacıların bulguları ve söylemleriyle paralellik arz eden bazı sonuçlara ulaşmışlardır. Geleneksel sözel problemlerin öğrencilerde problem çözüme stratejilerini geliştirmedini, öğrencilerin problem cümlelerindeki bazı kalıp kelimelere göre hareket ederek buldukları çözümün öğrenciler için çok anlamlı olmadığını ve çözüm sürecinde problemle ilgili gerçek hayat durumlarını göz önüne

almadıkları gibi bulgulardan bahsetmektedirler. Bu çalışmaların bulgularını neden kabul eden bir çok araştırmacı (Lesh ve Doerr, 2003; English ve Doerr, 2004; Verschaffel ve diğerleri, 1994; Blum ve Niss, 1991; Schoenfeld, 1992) problem çözme aktivitesi olarak açık uçlu, kalıp cümlelerle öğrenciyi yönlendirmeyen, rutin olmayan ve öğrencileri gerçek hayat durumları üzerinde çalıştırmayı ve böylece öğrencilerin okul dışında ve gelecek hayatlarında problem çözme becerisi gelişmiş bireyler olarak yetişeceğini düşündükleri matematiksel modelleme problemleri üzerinde durmaktadırlar.

Bu durumda modelleme problemleri, rutin olmayan, açık uçlu ve geleneksel problem özellikleri taşımakla birlikte bütün bu sınıflandırmaları içine alan daha geniş bir kavramdır. Geleneksel sözel problemlerde olan öğrenciyi yönlendirecek anahtar kelimelerin ve hazır kalıpların olmaması, açık uçlu olması ve tek bir doğru cevabının ve çözüm yolunun olmaması modelleme problemlerinin önemli özellikleridir.

2.2 MATEMATİKSEL MODELLEME

Son yıllarda birçok matematik eğitimi araştırmacıları eğitimde matematiksel modelleme üzerinde çalışmalar yapmaktadırlar. Modellemenin öğrenilmesi, öğretilmesi ve uygulamaları matematiksel düşünmenin ve matematiksel düşünmenin ve matematik öğrenmenin birçok yönünü ihtiva etmektedir (Burkhardt ve Pollak, 2006; Niss, 1987, Aktaran Mousoulides ve diğerleri, 2005). Matematik eğitimcilerini (Matematik öğretilmesine ve problem çözmeye farklı bir yaklaşım olarak) matematiksel modelleme üzerinde çalışmaya yönlendiren temel nedenler “Öğrencilerin gerçek hayatta kullanabilecekleri matematiksel bilgi ve matematiksel düşünme becerisine sahip olabilmeleri için nasıl bir matematik eğitimi yapılmalıdır?” sorusu ve geleneksel yöntemlerin ve problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerisini geliştirmede yetersizliği kaygısıdır.

Birçok matematik eğitimi araştırmacısı matematiksel modelleme üzerinde çalıştığı halde, literatürde farklı modelleme yaklaşımları ve tanımları bulunmaktadır. Bu

bölümde literatürde bulunan model, matematiksel model ve matematiksel modelleme tanımları ve yaklaşımları genel olarak anlatılacaktır.

2.2.1 Model ve Matematiksel Model

Öğrencilere matematiksel düşünme becerisi kazandırmak matematik eğitiminin en önemli amaçlarından biridir. Matematiksel düşünme becerisi öğrencilere karşılaştıkları problem durumlarını ve olayları daha iyi yorumlayabilmeleri ve çözüm üretebilmeleri için önemlidir. Bunun için öğrencinin karşılaştığı bir problem durumunu yorumlayarak bir çözüm üretebilmesi için zihninde var olan veya problem çözme sürecinde oluşturacağı modeller, şemalar ve kavram imaj ve tanımları matematik eğitiminde üzerinde durulması gereken konulardır.

“Model” terimi matematik eğitimi araştırmalarında hipotetik problem çözme modeli ve problem çözme sürecinde zihinde gerçekleşen soyutlama ve genelleme gibi süreçleri tarif eden zihinsel “şemalar” gibi anlamlarda da kullanılan bir terimdir. Fakat burada yukarıdaki anlamlardan farklı ve daha kapsamlı bir anlamda kullanılmıştır.

Modelleme yaklaşımına (Lesh ve Doerr, 2003) göre matematiksel düşünme sürecinde öğrencilerin kullandıkları zihinsel araçların tamamı zihinsel modeller olarak adlandırılmaktadır. *Modeller* farklı notasyon sistemleriyle dış dünyaya aktarılan, başka karmaşık sistemleri oluşturma, tanımlama ve açıklama sürecinde kullanılan, kuralları, işlemleri, ilişkileri ve daha farklı yapıları içeren zihindeki kavramsal sistemlerdir. Yine Lesh ve Doerr’a (2003) göre *model*, karmaşık sistemleri ve yapıları yorumlamak ve anlamak için zihinde var olan kavramsal yapılar ile bu yapıların dış temsillerinin bütünüdür. Başka bir deyişle *model*, gerçek hayat durumu ile ilgili zihinde var olan yapılar ve bu yapıların dış temsilleridir. Modelleme ise olayları ve problemleri yorumlama (tanımlama, açıklama veya oluşturma) sürecinde problem durumlarını zihinde düzenleme, koordine etme, sistemleştirme ve organize edip bir örüntü bulma, zihinde farklı şemalar ve modeller kullanma ve oluşturma sürecidir. Her bir model tanımlamaya çalıştığı sistemin sahip

olmadığı bazı özelliklere sahip olduğu gibi, sistemin sahip olduğu bazı özelliklere de model sahip olmayabilir. Aksi takdirde modellenen sistem ile oluşturulan model aynı olurdu. Bizim gerçek hayat yorumlarımız zihnimizde var olan model ile gerçek hayat sisteminin etkileşimidir.

Gravemeijer, Stephan ve Cobb'a (2002) göre modeller öğrencilerin sınıf ortamında formel olmayan aktiviteleri sonucu ortaya çıkarlar. Öğrenme sürecinde gözlemlenmesi gereken önemli bir gelişme, gerçek hayat veya problem durumlarının modellerinden matematiksel modellere ulaşılmasıdır. Ancak bu gelişmeden sonra öğrenciler bu modelleri matematiksel düşünme süreçlerinde kullanabileceklerdir.

Genel olarak özetlenecek olursa matematiksel *model*, zihinsel temsilleri ve şemaları da kapsayan bir kavramdır. Matematiksel model bir problem durumunu ya da gerçek hayat durumunu matematiksel olarak ifade edebilmek için zihinde var olan ya da oluşturulan denklem, fonksiyon, grafik ve matematiksel düşünme becerileri gibi yapıların tamamıdır. Matematiksel modeller, bireylerin karşılaştıkları problemleri ve olayları matematiksel olarak yorumlayabilmeleri için gereken kavramsal araçlardır.

2.2.2 Matematiksel Modellemenin Tanımı

Matematiksel modelleme en genel anlamıyla matematik veya matematik dışındaki bir olayı, olguyu, olaylar arasındaki ilişkileri matematiksel olarak ifade etmeye çalışma, bu olaylar ve olgular içerisinde matematiksel örüntüler ortaya çıkarma sürecidir. Bu tanım matematiksel modellemenin en genel ve liberal tanımıdır (Verschaffel, Greer ve De Corte, 2002).

Model ve modelleme terimleri arasındaki anlam farkı, süreç ve ürün arasındaki anlam farkına benzer (Sriraman, 2005). Modelleme, problematik bir durumun modelini oluşturma sürecidir. Bu anlamda “model” bir süreç sonunda oluşturulmuş ürünü ifade ederken, “modelleme” ise bir durumun fiziksel, sembolik ya da soyut modelini oluşturma sürecini ifade etmektedir. Matematik eğitiminde modelleme yaklaşımının öncülerinden Lesh ve Doerr (2003) çalışmalarında matematiksel model

ve modelleme terimlerinin anlam bakımından her ikisini de içeren “model oluşturma (model eliciting)” kavramını kullanmışlardır.

Matematiksel modelleme bir süreçtir. Modelleme sürecinde verilenleri kullanarak hedefe ulaşma sürecinde çok katı ve tek bir prosedür uygulaması söz konusu değildir. Bunun aksine modelleme sürecinde bir çözüme ulaşmak için verilenler ile hedef arasında birden fazla deneme-yanılma prosedürü söz konusudur (Lesh ve Doerr, 2003; Blum ve Niss, 1991; Crouch ve Haines, 2005). Gerçek hayattan bir durumun matematiksel modelleme süreci bu alanda yoğunlaşan araştırmacılar tarafından matematik eğitiminin amacına daha uygun bir problem çözme aktivitesi olarak kabul edilmektedir. Bu problem çözme sürecinde verilenleri kullanarak bir çözüme ulaşma, çözümü gerçek hayat durumuyla karşılaştırma, eğer yeterli değilse çözümü geliştirme veya daha farklı bir çözüm geliştirme gibi birden fazla döngü vardır.

Literatür incelendiğinde farklı teorik altyapılardan matematiksel modelleme tanımları ile karşılaşılmaktadır. Bu kısımda literatürde var olan farklı matematiksel modelleme yaklaşımları ve tanımları verilecek ve yapılan önemli çalışmalar ve bulgularından bahsedilecektir.

2.2.3 Modelleme Yaklaşımları

Matematiksel modelleme son yıllarda matematik eğitimi araştırmacılarının ilgisini çeken bir konudur (Mousoulides ve diğerleri, 2005). Matematiksel modelleme ile ilgili çalışmalar ve bu çalışmalarda bahsedilen matematiksel modelleme tanımları ve yaklaşımları birbirinden farklı teorik temellere dayanmaktadır (Kaiser ve diğerleri, 2006). Her bir modelleme yaklaşımının matematik eğitimi açısından tanımı, amacı ve müfredatta uygulanma biçimi de farklılık göstermektedir. Bazı araştırmacılar modellemeyi matematik eğitiminde yapılandırıcılığında ötesinde bir paradigma, matematik eğitiminde yeni bir yaklaşım olarak benimserken, bir kısım araştırmacılar matematiksel modellemeyi gerçek hayat durumlarının matematiksel dilde ifade edilmesi tanımına indirgemektedir. Dolayısı ile matematiksel modelleme ile ilgili

bütün dünya literatüründe kabul görecektek bir tanım vermek mümkün görünmemektedir.

Tablo 1:

Kaiser'e (2005) göre literatürde var olan Modelleme yaklaşımlarının sınıflandırılması

Yaklaşım	Ana hedefler	Çıkış noktası	Önemli isimler
Realistik veya uygulamalı yaklaşım	Faydacı hedefler...Gerçek hayat problemlerini çözme, gerçek hayatı daha iyi anlama, modelleme becerilerini geliştirme	Anglo-Saxon pragmatizmi ve uygulamalı matematik Pollak'ın pragmatik yaklaşımı	Haines/Crouch
Bağlamsal modelleme	Konu ilişkili ve psikolojik hedefler... Sözel problem çözme		Sriraman, Lesh ve Doerr
Eğitimsel modelleme; a) didaktik modelleme b) bağlamsal modelleme	Pedagojik ve konu ilişkili hedefler a) öğrenme süreçlerinin tasarlanması ve geliştirilmesi b) kavram tanıtımı ve gelişimi	Didaktik teoriler ve öğrenme teorileri	Niss, Freudenthal Henning/Keune
Bilişsel modelleme	Psikolojik hedefler: a) modelleme sürecinde meydana gelen zihinsel süreçlerin analiz edilmesi ve bu zihinsel süreçlerin anlaşılması b) modelleri zihinsel resimler veya fiziksel resimler olarak kullanarak veya modellemeyi soyutlama, genelleme gibi zihinsel süreçler olarak ele alarak matematiksel düşünme süreçlerinin geliştirilmesi	Bilişsel Psikoloji	Blum/Leiss
Epistemolojik veya teorik modelleme	Teori temelli hedefler (teori gelişimine katkı sağlama gibi)	Roman epistemoloji	Brousseau, Chevallard

Tablo 1’de görüldüğü gibi Kaiser (2005) literatürde var olan modelleme yaklaşımlarını, realistik (uygulamalı), bağlamsal, eğitimsel, bilişsel, ve epistemolojik yaklaşımlar olarak sınıflandırmaktadır.

Izard, J., Haines, C. , Crouch, R. , Neill, N. (2003) gibi isimler modellemeye realistik bir açıdan bakmaktadırlar. Bu yaklaşıma göre matematiksel modelleme gerçek hayatta matematiğin pratik uygulamalarını ifade etmektedir. Crouch ve Haines’e (2003) göre matematiksel modelleme öğrencilerin farklı düşüncelere, problemlere, matematiksel ve matematiksel olmayan kavramlara anlam verme aktivitesi olarak tanımlanmaktadır. Bu yaklaşımda matematiksel modeller ve bunların gerçek hayat uygulamaları, matematiksel modelleme tanımının odak noktasıdır. Öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerinin(mühendislik, mimarlık, ekonomi gibi alanlarda) geliştirilmesi ve değerlendirilmesi üzerinde çalışmalar yapmışlardır. Matematiksel modelleme becerisinin kazandırılması öğrencilerin gelecekte problem çözme becerisi gelişmiş kaliteli işgücü potansiyeli olan bireyler olarak yetişmesini sağlayacağı düşüncesiyle, bu yaklaşım matematik problem çözme aktivitelerinin modelleme yapabilme becerilerini geliştirmeye yönelik olması gerektiği görüşünü savunmaktadır.

Lesh ve Doerr’a (2003) göre modeller farklı notasyon sistemleriyle dış dünyaya aktarılan, karmaşık sistemleri oluşturma, tanımlama ve açıklama sürecinde kullanılan, kuralları, işlemleri, ilişkileri ve daha farklı yapıları içeren zihindeki kavramsal sistemlerdir. Matematiksel modelleme var olan bu modellerin kullanıldığı ya da yeni kavramsal modellerin oluşturulduğu bir süreçtir. Modelleme sürecinde verilenleri kullanarak hedefe ulaşma sürecinde katı ve tek bir prosedür uygulaması söz konusu değildir. Bunun aksine modelleme sürecinde bir çözüme ulaşmak için verilenler ile hedef arasında birden fazla deneme-yanılma prosedürü söz konusudur. Matematiksel modelleme sürecinde bahsedilen modelleme döngüsü, yani modellemenin döngü içeren bir süreç olduğu fikri, modelleme yaklaşımlarında gözlemlenen ortak fikir olarak karşımıza çıkmaktadır.

Lesh ve Doerr (2003) uzun yıllar matematiksel modelleme üzerinde çalışmalarının sonucu olarak, matematik eğitiminde yapılandırmacı yaklaşıma alternatif olarak

model ve modelleme yaklaşımından bahsetmektedirler. Yapılandırmacı anlayışa göre zihnimizde var olan her bir bilgi veya yapı kişi tarafından bir yapılandırılma sürecinden geçmektedir. Dolayısıyla eğitimde öğrencilerin kendi bilgilerini yapılandırma süreçlerine katkıda bulunmak çok önemlidir. Ancak matematik eğitimi için düşünüldüğünde, öyle kavramlar ve kurallar vardır ki herhangi bir şekilde bireyin zihninde bir yapılanma sürecine ihtiyacı yoktur. Model ve modelleme yaklaşımı ise zihinde var olan her bir bilginin bir yapılandırılma süreci olamayacağını (örneğin basit bilgi seviyesinde kalacak olan matematiksel formül ve kurallar), yani bazı yapıların yapılandırılmaya ihtiyacı olmadığını, zihinsel aktivite olarak zihinde var olan bir çok süreçten (sınıflama, organize etme gibi) sadece bir tanesinin yapılandırma süreci olduğunu vurgulamaktadırlar. Dolayısıyla yapılandırmacı yaklaşımın öğrenme ve zihinsel aktiviteleri sadece yapılandırma süreci ile kısıtlandığı düşünülmektedir. Matematik eğitiminde modelleme perspektifi yapılandırma sürecinden çok zihindeki oluşmuş ya da oluşacak yapılar üzerine yoğunlaşmaktadır. Matematik eğitiminin en önemli amacı öğrencilerin yaşadıkları olayları yorumlayabilecekleri zihinsel yapılar (kavramsal sistemler) geliştirmelerine yardımcı olmaktır. Modelleme perspektifi bu zihinsel yapıların öğrencilerin kendileri tarafından oluşturulmaları konusunda yapılandırmacı yaklaşımla hemfikiridir. Fakat buradaki ince fark her zihinsel yapının yapılandırılmadığı görüşüdür.

Greer, Verschaffel ve De Corte (1993) gerçek hayatta karşılaşılan problem durumlarını çözmek için matematiğin uygulamalarını matematiksel modelleme olarak ele almışlardır. Bu tanım kendilerinin de kabul ettiği gibi çok genel ve liberal bir tanımdır. Örneğin matematiksel temsiller (iç ve dış temsiller) ile modeller hemen hemen aynı anlamlarda kullanılabilir. Bunun yanında Lehrer ve Schauble ise matematiksel temsil ile modellemeyi ayırmış ve matematiksel temsiller ve ilişkileri, matematiksel modellemenin iyi bir başlangıcı olarak kabul etmişlerdir. Ve ayrıca farklı modeller arasında, modellenen gerçek hayat durumunu en iyi şekilde ifade edebilme çekişmesinden bahsetmişlerdir.

Yine Greer (1993), Verschaffel, De Corte ve Lasure (1994) gibi araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda geleneksel matematik ğretim yönteminin öğrencilerde matematiksel modellemeyi problemin doğasını ve içerisinde bulunduğu bağlamı gerçekten anlamadan sadece doğru, formel aritmetik operasyonları seçme ve çözme seviyesine indirgeyen bir eğilim geliştirmelerine sebep olduğundan söz etmişlerdir.

Gravemeijer ve Stephan (2002) ise modellemeyi Realistik Matematik Eğitimi (RME) yaklaşımıyla incelemişlerdir. Bu araştırmacılar modellemeyi bağlamsal, gerçek hayat problemlerini ya da durumlarını matematik diline çevirmek değil, eylemleri, aktiviteleri öğrencilerde zihinsel modellerin gelişmesini sağlayacak şekilde organize etme olarak ele almaktadırlar. Literatürde genel anlamda, matematikte modeller hazır sunulmuş yollarla biçimlendirilebilen nicel veya uzamsal ilişkiler sistemi olarak tarif edilmektedir. Bu modellerin, modellenen durum ve ortamdan doğduğu ve soyutlandığı düşünölmektedir. Bu bakış açısı RME perspektifine ters düşmektedir (Cobb, 2002).

RME perspektifine göre (Gravemeijer ve Stephan, 2002) modeller gerçek hayat durumlarından değil, gerçek hayat durumlarında meydana gelen aktivitelerden, eylemlerden ve bu durum üzerine yapılan düşünmelerden oluşmaktadır. Dolayısıyla modelleme süreci, gerçek hayat durumlarından ilişkiler soyutlamak değil, gerçek hayat durumlarında olan eylemleri düzenleme olarak ele almaktadır. Bu yaklaşımda modelleme etkinliklerinin amacı öğrencilere sahip olduğu bilgilerle özömler üretirmesi ve çözüm sürecinde öğrencinin zihninde biçimsel olmayan (informel) modeller oluşmasını sağlamak ve oluşan bu biçimsel olmayan modelleri geliştirmektir. Soyut matematiksel düşünmeye geçiş sürecinde modellerin ve modellemenin rolünün değiştiğinden bahsedilmektedir. İlk başta öğrenciye bir gerçek hayat durumu, problemi verildiğinde ğrenci bu gerçek hayat durumunun bir modelini oluşturacaktır (model of). Daha sonraki aşamalarda oluşturulan bu model değişerek ve gelişerek daha soyut ve biçimsel (formel) matematiksel modellere dönüşecektir (Model for). Oluşan bu soyut modeller sayesinde ğrenci artık bu problemi çözmek için problemin modelini (model of) değil zihninde oluşturduğu soyut modeli (model for) kullanarak probleme çözüm üretecektir. Zihindeki bu iki

model (Model of – model for) arasındaki süreç somuttan soyuta doğru bir gelişimi ifade etmektedir. Daha gelişmiş matematiksel düşünme becerisi için modelleme sürecinde zihinde soyut modele (model for) ulaşmak asıl hedefdir.

2.3 MODELLEME PROBLEMLERİ ve GELENEKSEL SÖZEL PROBLEMLER

Matematik eğitiminde problem çözme çok önemli bir yere sahiptir. Modelleme problemleri, geleneksel sözel ve cebir problemlerinden farklılık arz etmektedir. Greer'e (1997) göre geleneksel matematik sözel ve cebir problemleri matematiksel düşünme yöntemleri ve stratejilerinden yoksun olduğu için sonuç öğrenciler için mekanik ve anlamsız çözümler bulmaktan ileriye gitmemektedir. Martin ve Bassok (2005) yaptıkları bir çalışmada matematik eğitiminde kullanılan sözel problemlerin, öğrencilerin modelleme sürecini yaşamadan, problem cümlesindeki kelimeler ve cümle kalıpları sayesinde doğrudan denklemleri ve eşitlikleri yazdıkları ve doğru çözüme ulaşabildikleri belirtmektedirler. Bunun sebebi olarak ise sözel problem metinlerinin öğrencilere standart hale gelmiş kalıp cümlelerle ve anahtar kelimelerle ipucu sağlanması olduğunu belirtmişlerdir.

Schoenfeld'e (1992) göre ise tamamen sözel ve cebir problemlerini çözme üzerinde yoğunlaşmaları öğrencilerin üst düzey zihinsel ve üstbilişsel düşünme becerilerinin eksik kalmasına sebep olabilir. Bu eksiklik öğrencilerin bir problemle karşılaştıklarında anahtar kelimelere ve hazır problem çözme modellerine göre hareket etmelerine sebep olmaktadır. Yukarıda bahsi geçen üç araştırmacının söylemleri sözel problemlerinin matematik eğitiminde öğrencilerin gerçek hayatta matematiği kullanabilme becerilerinin geliştirilmesi amacına hizmet etmediği ana fikrinde birleşmektedir.

Matematik eğitiminde model ve modelleme yaklaşımı matematik eğitiminin vazgeçilmez unsuru olan problem çözmeye farklı bir yaklaşım getirmektedir. Problem çözümede modelleme yaklaşımı (Lesh ve Doerr, 2003; Zawojewski ve Lesh 2003) öğrencileri rutin olmayan gerçek hayat problemleri üzerine yoğunlaştırarak

onların gerekli matematiksel yapıları oluşturmaları, geliştirmeleri, tekrar gözden geçirmelerini ve oluşturdukları modelleri başka problem durumlarına genelleyeabilmelerini amaçlamaktadır. Bu yaklaşıma göre geleneksel problem çözümede verilenler ile hedef arasında güçlü bir prosedür uygulaması söz konusu iken, modelleme problemlerinde verilenler ile hedef arasında birden fazla deneme prosedürü ve döngüsü bulunmaktadır. Bu nedenle modelleme yaklaşımına göre bir kişinin problemin çözüümü için kesin bir çözüüm bulmasından ziyade, bulduğu çözüümü kontrol etme ve çözüümü tekrar geliştirme söz konusudur. Geleneksel problemlerin ve problem çözüüm süreçlerinin öğrencilerin gerçek hayatta problem çözüüm becerilerini geliştirip geliştirmediği ve bu tür problemlerin öğrenciler için ne kadar anlamlı olduğu sorgulanmaktadır. Geleneksel problem türleri ve problem çözüüm süreçlerine alternatif olarak modelleme yaklaşımına uygun tek bir prosedürü ya da çözüümü olmayan, açık uçlu ve rutin olmayan gerçek hayat durumları ve problem türlerinin matematik eğitimi için daha uygun olacağı düşünölmektedir. Böylece problem çözüüm öğrenci için gerçekten anlamlı bir aktivite olacaktır.

English ve Watters (2004) yaptıkları çalışmada ilköğretim düzeyindeki öğrencilerle yaptıkları modelleme etkinliklerinin, öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini ve problem çözüüm becerilerini geleneksel problem çözüüm etkinliklerinden daha fazla geliştirdiğini göstermişlerdir. Ayrıca ilköğretim 3. sınıf öğrencileriyle yapılan bu çalışmanın sonucu matematiksel modelleme etkinlikleriyle bu seviyedeki öğrencilere bile üst düzey matematiksel kavramların ve modellerin öğretilabileceğini göstermiştir.

Lingefjard ve Holmquist'e (2005) göre matematiksel modelleme problemleri ve etkinlikleri, öğrenciler için matematiği öğrenmenin yanında matematiğin gerçek hayatta çok farklı yönlerini fark etme ve anlama açısındn mükemmel bir yoldur.

Lesh ve Doerr (2003) ve Blum ve Niss (1991) problem çözüüm aktivitesi olarak matematiksel modellemede aşağıdaki süreçlerden bahsetmektedirler;

- a) Problemi anlama ve yorumlama; problemin içerisinde bulunan tabloyu, grafiği ve sözel bilgiyi anlama ve bunlardan sonuçlar çıkarma,
- b) Problemi manipüle etme ve bir matematiksel model geliştirme; değişkenleri ve bunların arasındaki ilişkileri belirleme, hipotez oluşturma, bağlamsal bilgiyi değerlendirme, ve model geliştirme ,
- c) Paylaşılan çözümü yorumlama; karar verme, sistemi analiz etme ve yeni çözümler önerme,
- d) Çözümü doğrulama ve gösterme; çözümü genelleme ve paylaşma, çözümü farklı perspektiflerden değerlendirme.

Modelleme yaklaşımı “model” ve “modelleme” terimlerinin her ikisinin kavramsal anlamalarını içeren model oluşturma aktivitelerinin matematik eğitiminde kullanılması gerektiğini söylemektedirler. Şimdi model oluşturma aktiviteleri ile ilgili yaklaşımlardan genel olarak bahsedilecektir.

2.4 MODELLEME ETKİNLİKLERİ

Geleneksel matematik öğretim yönteminde öğrencilere zihinsel modeller kazandırma sürecinde öğretmen ön plandadır. Bir matematiksel model, kavram veya yapı öğrenciye hazır verilir. Öğrenci hazır verilen bu modelleri zihinde bir yapılandırma sürecinden geçirse bile öğrenciler için çok anlamlı, gelişmiş ve farklı durumlara transfer edilebilir bir model olamayabilir. Örneğin fonksiyonlar konusunu öğretilirken $f(x)$ ve $g(x)$ fonksiyonları verilir, öğrencilerden bu fonksiyonların bileşke fonksiyonları, ters fonksiyonları gibi tamamen prosedüre ve kurala bağlı hesaplama becerisinden öte gitmeyen zihinsel modeller sunulmaktadır.

Bazı araştırmacılar modelleme etkinlikleri yerine model oluşturma etkinlikleri kavramı kullanılmaktadır. Model oluşturma (model-eliciting) “model” ve “modelleme” terimlerinin her ikisini anlam bakımından içeren bir kavram olarak Lesh ve Doerr (2003) tarafından kullanılmıştır. Süreç(modelleme) ve ürün (model) terimlerinin her ikisinin anlamlarını kapsayan bir terim kullanma, dinamik bir süreci

statik bir nesne gibi düşünme yanlısını içinde barındırabileceğinden dolayı esasında tehlikelidir (Gascon, 2003). Model oluşturma etkinliklerinin pedagojik amacı öğrencilerin, kendilerine bazı bilgileri verilmiş gerçek hayattan problematik bir durumun matematiksel modelini ortaya çıkarmalarına yardımcı olma ve böylece önemli matematiksel kavramların daha iyi anlaşılmasına yardımcı olmaktır (Lesh ve Lamon, 1992; Aktaran Sriraman, 2005).

Model ve modelleme yaklaşımına (Lesh ve Doerr, 2003) ve daha başka araştırmacılara göre (Crouch ve Haines, 2004; Gravemeijer, 1997) matematik öğretiminde problem çözme ve modelleme etkinlikleri yeni zihinsel modeller ve yapılar oluşturmayı amaçlamaktadır. Buradaki önemli nokta öğrencilerin bu etkinlikler sürecinde matematiksel modelleri kendilerinin oluşturma ve geliştirme sürecini yaşıyor olmalarıdır. Geleneksel yöntemde hazır matematiksel kavramlar ve modellerin öğretilmesi, modelleme yaklaşımında öğrenciler tarafından oluşturulma, ortaya çıkarılma ve geliştirilme sürecidir. Model ve modelleme yaklaşımına göre öğrenciler bir gerçek hayat fenomeni üzerinde düşünürken yeni biçimsel olmayan (informel) zihinsel modeller ve yapılar ortaya çıkarır ve geliştirir. Modelleme etkinlikleri sonucu oluşan zihinsel yapılar modelleme döngüsü sürecinde öğretmenin yardımıyla biçimsel(formel) modellere dönüşür. En genel anlamıyla modelleme yaklaşımı matematik öğretiminde öğretmen tarafından verilen hazır kavram modelleri, prosedürler ve problem çözme modelleri yerine bu modellerin öğrenciler tarafından ortaya çıkarılarak geliştirilmesini ve böylece öğrencilerin matematik öğrenmeleri daha anlamlı olacağı ve gerçek hayatta problem çözme becerileri oldukça gelişmiş bireyler olarak yetişeceklerini ifade etmektedir.

Öte yandan Zbiek ve Conner (2006) matematiksel modellemeyi öğrencilerin müfredat matematiğini derinlemesine anlamalarına yardımcı olacak bir tür bağlam oluşturma olarak incelemiştir. Öğretmen adayları ile çalışan bu araştırmacılar matematiksel modelleme etkinlikleri sonucu matematik müfredatınca hedeflenen konuların ve kavramların öğretilmesinin yanında, modellemenin alt süreçleri neticesinde öğrenciler tarafından müfredat matematiğinin daha derinlemesine

öğrenildiği ve öğrencilere daha fazla ve yeni matematik konuları öğrenme konusunda motivasyon sağladığı sonucuna varmışlardır.

Lingefjard (2000) “matematik öğretmen adayları ile teknolojiyi kullanarak matematiksel modelleme” başlıklı bir tez çalışması yapmıştır. Çalışmada öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemlerinde yaşadıkları zorluklar, teknoloji kullanımının sürece etkisi ve çözüm sürecinde öğrencilerin daha çok etkisinde kaldığı otorite (teknoloji, arkadaş, öğretmen, ders kitabı vb.) gözlemler ve görüşmelerle anlaşılmalı çalışılmıştır. Çalışmanın sonucunda teknoloji ile zenginleştirilerek oluşturulmuş bir bağlamda yapılan modelleme etkinlikleri sonucunda öğrencilerin matematiği anlamaları ve matematiksel modelleme becerilerinin geliştiğinden bahsedilmiştir. Yine Lingefjard içeriği iyi planlanmış bir matematiksel modelleme dersinin öğretmen adaylarının mevcut bilgilerini uygulama ve problem çözme becerilerini geliştireceğini söylemektedir.

2.5 MATEMATİKSEL MODELLEMEDE DUYUŞSAL FAKTÖRLER

Birçok araştırmacı tarafından matematik eğitiminde duyuşsal alan ve sınıf çalışmalarında iletişim üzerinde çalışmalar yapılmıştır (Lesh ve Doerr, 2003; Gravemeijer, 1997; Verschaffel ve diğerleri, 1997). Bu çalışmaların bazılarında bu kısımda bahsedilecektir.

Verschaffel ve diğerleri (1997) yaptıkları çalışmada aritmetik sözel problemleri çözüm sürecinde öğretmenlerde güçlü bir gerçek hayat bilgilerini ve durumlarını göz ardı etme eğilimi olduğunu ortaya koymuşlardır. Öğretmenlerin pedagojik inançları rutin olmayan problemlerin çokta önemli olmadığı ve sözel problemlerin amacının öğrencilerin doğru nümerik sonuçlara ulaşmak olduğu yönündedir.

Verschaffel ve diğerleri (1997) problem çözme sürecinde gerçek hayat bilgilerinin önemi konusundaki öğretmenlerin düşünceleri ve inançları, onların öğretme pratikleri üzerinde negatif bir etkisi olduğunu ve dolayısıyla öğrencilerin öğrenme

süreçlerine ve sonuçlarına da negatif bir yansıması olduğundan bahsetmişlerdir. Öğretmenlerin öğretilmede modelleme yaklaşımını tercih edip etmemesi Blum ve Niss (1991)'e göre rutin olmayan problemlerin öğretmenler için daha zorlayıcı ve onlardan daha fazla beceri beklemektedir. Bu nedenle birçok öğretmen rutin olmayan problemlerle uğraşmak istememekte ve ayrıca derslerini bu problemleri kullanarak nasıl tasarımlayacakları konusunda sıkıntı yaşamaları onları negatif düşünmeye sevk etmektedir.

Yukarıdaki çalışmalardan anlaşıldığı üzere, matematiksel modellemenin problem çözme aktivitesi olarak matematik eğitiminde kullanılması öğrencilerin matematiğe karşı inançlarında ve düşüncelerinde olumlu bir değişim getirebileceği gibi, öğretmenlerin inançları ve ön yargılı düşünceleri ve bu inançlarını öğrencilere yansıtması matematiksel modellemenin öğretilmesinde bir risk durumu olabilir.

2.6 GRUP ÇALIŞMASININ ROLÜ

Grup çalışması eğitim ve öğretimde çok önemli bir yere sahiptir. Grup çalışması denince akla öğrencilerin kendi aralarında bir takım çalışması yapması gelmektedir. Öğretmen grup çalışmasının belirli bölümlerinde müdahil olabilir fakat grup çalışmasının karakterini oluşturan özellikler çalışmanın kontrolünün grup üyelerinde olması ve yapılan çalışmanın grup üyelerince eşit sahiplenilmesidir. Grup çalışması sadece bir yada birkaç öğrencinin diğerlerine yardım etmesi değil, bütün öğrencilerin eşit derecede öğrenme sürecine katılması ve katkı sağlamasıdır (Zajac ve Hartup, 1997; aktaran Blachford ve diğerleri, 2003).

Bir Sovyet psikolog olan Lev Vygotsky (1896-1934), çocuğun bilişsel gelişmesinde çevrenin çok önemli bir faktör olduğunu ortaya koymuştur. Piaget'in, öğrenmede gelişmeyi ön plana çıkarması yanında, Vygotsky sosyal çevreyle etkileşimi öne çıkarmıştır. Grup çalışmasında farklı ilgi ve yeteneklerdeki öğrencilerin birbirine çok şey verebileceği, birbirlerine öğretmek daha etkili bir şekilde öğrenebilecekleri gibi faydaları söz konusudur. Vygotsky'nin düşüncelerinden, matematik eğitiminde

yararlanmak için iyi organize edilmiş öğretim ortamları hazırlamak ve öğrencileri etkileşim içinde olacakları, birlikte gerçekleştirecekleri etkinliklerle, birlikte çözebilecekleri problemlerle yüz yüze getirmek gerekir. Böylece öğrenme olayına karşı çocukta, bir içten isteme oluşacak ve öğrenme kendiliğinden gerçekleşecektir (Altun, 2000).

Geçen yüzyıl boyunca, Baldwin'den (1897) Vygotsky'ye (1978) ve hatta Piaget'in (1928,1959) ilk yazılarını içeren, psikolojik geleneğe bağlı araştırmacılar sosyal, duyuşsal ve bilişsel fazların etkileşiminin gelişim ve öğrenmede önemini vurgulayarak, öğretim ortamlarında grup aktivitelerinin kullanılmasının önemi üzerine teorik bir açıklama ve gerekçe sunmaktadırlar. Bu düşünce, çocukların düşünme becerilerinin, geçmiş deneyimlerinin, arkadaşlarından ve akranlarından öğrenebilme kapasitelerinin bir fonksiyonu olduğu görüşünün gelişmesine ve bunun sonucu olarak kendi akranından öğrenme, işbirlikli ve kooperatif öğrenmenin bilişsel gelişim için yararları üzerinde durulmaya başlanmıştır (Blachford ve diğerleri, 2003).

Grup çalışması üzerinde yapılan “Grup çalışması üzerine sosyal pedagojik bir araştırma” başlıklı bir proje çalışmasında (Blachford ve diğerleri, 2003) grup çalışmasının grup üyeleri açısından üç muhtemel sonucundan bahsedilmektedir.

- Birincisi öğrenme kazanımları ile ilgilidir. Grup çalışması kavramsal gelişim, düşünme, akıl yürütme ve problem çözme becerilerinin gelişmesini sağlar.
- İkinci muhtemel sonuç ise öğrencilerin çalışmaya karşı motivasyonları, tutumları ve okulda başarılı olma inanışları öğretmen tarafından öğretilmesiyle değil kendi gayretleri ve uygulamaları sonucu gelişir.
- Üçüncü muhtemel kazanım, grup çalışmasının etkileşimli ve diyaloga açık özelliği ile ilgilidir. Yani grup çalışması sonucunda öğrenci arkadaşlarıyla diyalog kurma ve geliştirme, yardım etme ve yardım alma gibi sınıf ortamında öğretilmeyecek sosyal beceriler geliştirir.

Bireyin sosyal gelişimi açısından grup çalışmalarının eğitimde yeri ve önemi tartışılmazdır. Matematik eğitimi açısından bakıldığında grup çalışması biçimsel (formel) olmayan matematiksel birçok fikrin tartışılıp reddetmenin yanı sıra; bir matematiksel modeli ya da fikri oluşturmak, geliştirmek ve o fikir hakkında yorum yapmak ve grupça tartışılan bu fikri kendi fikir altyapısıyla birleştirme sürecidir (Hoyles, 1985; aktaran Ubuz ve Haser, 2002). Bu şekilde oluşan matematiksel anlam modelleme yaklaşımında da bahsedildiği gibi (Zawojewski ve diğerleri, 2003) sosyal etkileşimin ve tartışmanın bir ürünüdür. Tartışma esnasında konuşmanın iki farklı yönünden bahsedilebilir: Kişinin kendi düşüncelerini açık bir şekilde ifade etmesi ve bu düşünceleri diğer grup üyelerinin anlayabileceği şekilde aktarabilmesi. Bu iki yön, çalışma yapan bir grubun üzerinde çalışılan işi diğer grup üyelerine anlatmaları ve bir fikir birliğine varmalarına yardımcı olur (Hoyles, 1985; aktaran Ubuz ve Haser, 2002).

Grup çalışmalarının matematik öğretiminde ne kadar faydalı olduğu sonucu birçok araştırmalarda bahsedilmektedir. Grup çalışması sürecinde çalışılan konuda daha tecrübeli veya başarılı olan grup üyeleri daha tecrübesiz grup üyelerine üzerinde çalışılan işi anlatma, onların düşüncelerini dinleme ve bu düşüncelere yorum yapma işini üstlenirler. Öğretmenler bu süreçte sadece rehberlik yapar, öğrencilerin yeni deneyimler kazanmaları ve yeni materyaller kullanmaları sırasında risk almaları için cesaretlendirir ve yeteneklerini genişletmelerine yardımcı olurlar (Ubuz ve Haser, 2002).

Matematiksel modelleme etkinliklerinde grup çalışmasının önemi birçok araştırmacı tarafından vurgulanmaktadır. Zawojewski, Lesh ve English'e (2003) göre geleneksel matematik problem çözme aktivitelerinde, çözülmesi beklenen bir matematiksel (nümerik) sonuç olduğu için paylaşılmaya ihtiyaç yoktur ve bu nedenle sosyal yönü çok zayıftır. Ancak matematiksel modelleme etkinliklerinde model oluşturma ve modeli genelleme ilkeleri, geliştirilen bir modelin paylaşılabilir ve tekrar kullanılabilir olmasını sağlamaktadır. Modelleme etkinliklerinin yukarıda bahsedilen sosyal fonksiyonlarının olması, sosyal yönü olan grup çalışması şeklinde yapılması gerektiği görüşünü dile getirmektedirler.

Modelleme etkinliklerinde grup çalışma sürecinde her bir öğrenci kendi dış temsilleriyle problemi yorumluyor ve bu yorumlar grupça tartışılıyor. Her bir bireyin ortaya attığı model tartışılıp, değerlendirildikten sonra en uygun model oluşturulmaktadır. Oluşturulan model başkaları tarafından kullanılacağından, öğrenciler her bir süreci, yöntem ve stratejiyi açıklamak durumundadır (Zawojewski, Lesh ve English, 2003). Burada yine grup çalışmasında grup üyelerinin birbirlerini değerlendirmesiyle öğretmen tek değerlendirme kaynağı olmaktan çıkmakta olduğu söylenebilir. Burada grup tartışması sürecinde grup üyelerinin iletişim becerilerini geliştirme zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.

Sınıf ortamında bir grup çalışması yapılabilmesi için öğretmen tarafından planlanması ve göz önünde bulundurulması gereken birçok faktör bulunmaktadır. Sınıfta oturma düzeni, grup büyüklüğü, sınıf içerisinde kaç grubun olacağı, grubun bozulmazlığı ve grubun homojen olup olmaması, öğretmenin rolünün nasıl olacağı gibi faktörler öğretmen tarafından önceden üzerinde düşünülüp sınıfın imkânlarına göre planlama yapılması gereken konulardır.

2.7 ÖĞRETMEN VE ÖĞRETMEN EĞİTİMİ AÇISINDAN MODELLEME YAKLAŞIMI

Matematik öğretmenlerinin farklı düşünme becerileri kazandırarak mesleki gelişimine katkı sağlamaya yönelik çok sayıda çalışmaya rastlamak mümkündür. Bu çalışma ve projelerin amacı, öğretmenleri ezber ve prosedür öğretmeye dayalı geleneksel öğretim yöntemlerinden kurtararak, öğrencilerin kavramları kendilerinin oluşturacakları daha anlamlı öğrenme ve öğretme ortam ve aktivitelerinin sağlandığı öğretim yöntemlerini kazandırmaktır (NCTM, 2000). Fakat bu düşünce ve inançta gerekli olan geniş çaplı değişim hiç kolay değildir (Cohen, 1988; aktaran Schorr ve Lesh, 2003).

Öğretmenlerin mesleki gelişimi için, öğrencilerinde olduğu gibi, sahip oldukları bilgilerini derinleştirecekleri, geliştirecekleri ve bilgilerini paylaşabilecekleri,

matematiksel bilgilerini oluşturacakları farklı tecrübeler ve ortamlar sağlamanın gerekli olduğu (Lesh, Amit ve Shoor, 1997; Cobb, Wood, Yachel ve McNeal, 1993; Klein ve Tirosh, 2000) gibi birçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir (Schor ve Lesh, 2003). Schor ve Lesh (2003) tarafından yapılan çalışmada öğretmenlerin modelleme etkinlikleri ile ilgili grup çalışmalarına katılarak öğrencilerin yaşadığı süreçleri yaşadıkdan sonra öğrencileri nasıl değerlendirecekleri, öğrencilerin süreçte yaşadıklarının kendileri tarafından nasıl algılandığı ve öğretim metotlarını nasıl planlayacakları gibi konularda bakış açılarında ciddi değişiklikler ve gelişmeler olduğu belirtilmiştir.

Matematik öğretmenleri ve öğretmen adayları için model ve modelleme yaklaşımı (Schor ve Lesh, 2003; Lesh ve Doerr, 2003) alan bilgisi ve formasyon bilgisini ötesinde donanımlardan bahsetmektedir. Öğretmen alan bilgisi ve formasyon bilgisinin yanı sıra psikoloji, öğrencilerde matematiksel düşünmenin gelişim süreçleri gibi konularda da derinlemesine bilgi sahibi olması gerekmektedir.

Schor ve Lesh'e (2003) göre matematik eğitiminde ki birçok problemin kaynağı öğretmen-öğrenci arasındaki iletişimden kaynaklanmaktadır. Bir öğretmenin, bir kavramın öğrenciler tarafından nasıl öğrenildiği, bu kavramı öğrenirken hangi zihinsel süreçlerin gerekli olduğu gibi öğrencilerin düşünme süreçlerine ilişkin bilgisinin olmaması pedagojik formasyon bilgisinin yetersiz olmasıdır. Öğretimde var olan bu eksiklik bir kavramı öğrencilere belirli bir yolla öğretme ve öğrencilerin de bu yolla öğreneceğini düşünme ve bekleme davranışına sebep olmaktadır ki, bu öğretmen-öğrenci arasındaki iletişimsizliğin en önemli kaynağıdır. Çünkü öğrenci öğretmenin bir kavram için anlattığını ve aktardığını düşündüğü şeylerden çok daha farklı şeyler anlamış ve o kavramı farklı bir şekilde zihninde yapılandırmış olabilir. Bu problemi çözmek için modelleme yaklaşımı öğretmen eğitiminde model-oluşturma aktivitelerinin önemli bir yeri olması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu aktivitelerde öğretmenler veya öğretmen adayları matematiksel bir modelin, kavramın ortaya çıkması için öğrencilerin hangi düşünme süreçlerinden geçtiğini ve bu sürecin nasıl değerlendirilmesi gerektiğini yaşayarak öğreneceklerdir (Lesh ve Doerr, 2003). Yani bu yaklaşım öğrencilerin yaşayacağı süreçler hakkında

öğretmenlerin daha iyi bilgi sahibi olmalarını sağlamak için bu süreçlerin onlara da yaşatılması gerektiğini söylemektedir. Nitekim Schorr ve Lesh (2003) tarafından öğretmenlerle küçük grup çalışmaları şeklinde yapılan ve model oluşturma aktivitelerinden oluşan uzun süreli bir proje çalışması yapılmıştır. Sonuçları itibariyle bu çalışma, öğretmenlerin: (a) problem çözme etkinliklerinde öğrencilerde gözlemlenmesi gereken en önemli davranışlar konusundaki algılamalarında (b) öğrencilerin cevaplarında güçlü ve zayıf olarak değerlendirilmesi gereken noktalar konusundaki görüşlerinde ve (c) ölçme-değerlendirme konusundaki fikirlerinde önemli değişiklikler olduğunu göstermiştir.

Modelleme etkinlikleri matematik öğretmenleri için de kendilerini geliştirmek için bir fırsattır (Lesh and Doerr, 2003). Geleneksel yöntemde öğretmen sahip olduğu farklı modelleri öğrencilere aktarmaktadır. Öğretmenin sahip olduğu modelleri geliştirmesi için zorlayıcı bir sebep olmadığı gibi böyle bir kaygısı da yoktur. Çünkü öğretmen bilginin kaynağı, öğrenciler ise alıcı rolündedir. Ancak modelleme yaklaşımında öğretmenin öğrencilerin oluşturduğu farklı çözüm yollarını, modelleri ve gerçek hayat durumunu yorumlama biçimini değerlendirmesi ve geliştirmesi için kendi sahip olduğu zihinsel model sınırlarını zorlamak durumunda kalacaktır. Öğrencilerin oluşturdukları farklı modellerden öğretmen kendi model imajını zenginleştirmiş olacaktır. Öğretmenlerin zihinsel modelleri öğrencilerin sahip oldukları modellerden daha geniş bir perspektife sahip olmalıdır.

2.9 TEORİK ÇERÇEVE

Matematiksel modelleme ile ilgili daha öncede belirtildiği gibi literatürde çok farklı tanımlar bulunmaktadır. Her bir modelleme yaklaşımın matematik eğitimi açısından tanımı, amacı ve müfredatta uygulanma biçimi de farklılık göstermektedir (Kaiser, 2005). Matematiksel modelleme en genel anlamıyla matematik veya matematik dışındaki bir olayı, olguyu, olaylar arasındaki ilişkileri matematiksel olarak ifade etmeye çalışma, bu olaylar ve olgular içerisinde matematiksel örüntüler ortaya çıkarma sürecidir (Verschaffel ve diğerleri, 2002). Bu tanım matematiksel modellemenin en genel ve liberal tanımıdır.

Lesh ve Doerr'a (2003) göre modeller farklı notasyon sistemleriyle dış dünyaya aktarılan, karmaşık sistemleri oluşturma, tanımlama ve açıklama sürecinde kullanılan, kuralları, işlemleri, ilişkileri ve daha farklı yapıları içeren zihindeki kavramsal sistemlerdir. Matematiksel modelleme ise var olan bu modellerin kullanıldığı ya da yeni kavramsal modellerin oluşturulduğu bir süreçtir. Bu çalışmada matematiksel modelleme tanımı olarak "model" ve "modelleme" terimlerinin her ikisinin de kavramsal anlamını içeren Lesh ve Doerr'un (2003) model oluşturma (model-eliciting) yaklaşımı benimsenmiştir. Bu yaklaşım literatürde farklı teorik altyapılardan gelen modelleme tanımlarını da içine alan bir yaklaşımdır. Daha önceki bölümlerde de bahsi geçen bu modelleme tanımı matematik eğitiminde problem çözme etkinliklerinin rutin olmayan, kısa cevapların ötesinde cevaplar gerektiren, öğrencilerin yeni kavramsal yapılar geliştirebileceği, açıklama, tanımlama, tahmin etme, yapılandırma ve kontrol etme gibi zihinsel süreçleri içeren aktiviteler olması gerektiğini belirtmektedir. Bu özellikleri taşıyan problem çözme etkinlikleri en genel anlamda modelleme (model-oluşturma) etkinlikleri veya modelleme problemleri olarak adlandırılmaktadır. Bu anlamda modelleme yaklaşımı problem çözmeye, geleneksel sözel problemler, açık uçlu problemler ve rutin olmayan problemler gibi sınıflandırmalardan daha geniş bir bakış açısı sunmaktadır.

Yukarıda bahsedildiği üzere matematik eğitiminde modellemeye daha geniş bir perspektiften bakması ve diğer yaklaşımları da kapsaması gibi nedenlerden dolayı bu çalışmada Lesh ve Doerr'un modelleme yaklaşımı benimsenmekle birlikte, modellemeyi matematiğin gerçek hayat uygulamaları olarak ele alan Crouch ve Haines (2003) ve Lingefjard'ın (2000,2002) çalışmalarından ve realistik matematik eğitimi (RME) yaklaşımının (Gravemeijer ve Stephan, 2002) matematiksel modelleme ile ilgili etkinlikleri ve ölçme araçlarından yararlanılmıştır.

Buna göre aşağıda belirtilen maddeler ilgili literatür taraması ışığında araştırmanın odağının oluşturulması, araştırmanın problem ve alt problemlerinin cevaplanması ve çalışmanın metodolojisinin oluşturulması için yapılan çalışmanın genel sürecini oluşturmuştur.

- ✓ Literatür taraması ışığı altında;
 - Matematiksel modelleme sürecinde problem çözme becerilerinin modelleme testi ve modelleme etkinlikleri ile belirlenmesi
- ✓ Buna ilaveten araştırma sorularına en iyi cevabı bulabilmek için metodun oluşturulma çabası sürecinde;
 - Modelleme etkinlikleri yapılarak öğretmen adaylarına modelleme sürecinin yaşatılması
 - Yapılan modelleme etkinliklerinin öğrencilerin modelleme becerisine katkısının son test (matematiksel modelleme testi) ile belirlenmesi
- ✓ Görüşmeler yapılarak öğretmen adaylarının kazanımları hakkında görüşlerinin alınması

III. METODOLOJİ

Kaplan'a (1973) göre bir araştırmada *yöntem(metot)* veri toplama sürecinde kullanılan teknik ve prosedürleri ifade ederken, *metodoloji* ise veri toplama sürecinde kullanılan bu teknik ve prosedürleri tanımlama, analiz etme, sınırlılıklarını ve hangi varsayımlarla hareket ettiğini açıklama, araştırmanın niçin ve nasıl yapılacağını gösteren felsefi açıklama, araştırma sürecinde yeni uygulamalar önerme ve uygulamalar sonucunda elde edilen verileri yorumlama biçimini açıklama sürecidir (Aktaran Cohen, Manion ve Morrison, s.45). Yani metodoloji araştırmada kullanılan metot ve tekniklerin kullanılmasının felsefi nedenlerini ve bunların araştırılan konuya uygunluğunu açıklama sürecidir.

Eğitim araştırmalarında kullanılan yöntem ve elde edilen verilerin analiz edilmesi bakımından nitel (yorumlayıcı) ve nicel (pozitivist) olmak üzere iki temel yaklaşımdan bahsedilebilir. Pozitivist yaklaşıma göre araştırmalarda tümevarım mantığı ve yanlışlanabilme /doğrulanabilme iki temel prensiptir. Bu iki temel prensipten birincisi olan tümevarım mantığı özel ifadelerden genel ifadelere gidişin objektif ve deneyimlerden bağımsız olarak gerçekleşmesini, diğeri ise bir ifadenin bilimsel olarak doğru olup olmadığını ortaya çıkarmak için test edilebilmesi niteliklerini açıklamaktadır (Ekiz, 2003). Pozitivist yaklaşıma göre bizim dışımızda bağımsız sosyal bir dünya vardır ve buna ait özellikler nesnel yöntemler kullanılarak ölçülmelidir (Altunışık ve diğeri, 2004). Bu yaklaşımı benimseyen bir araştırmacı tarafından üzerinde çalışılan bir durum hakkında sayısal verilere dayandırılarak ve dolayısı ile objektif olarak gerçek hükümler verilebilir.

Pozitivist ötesi yaklaşım tek bir doğrunun olmadığını iddia etmektedirler. Pozitivist ötesi, yorumcu paradigmaya göre yapılan bir çalışmada kişilerden bağımsız dış gerçeklikten bahsedilemez ve bu nedenle sosyal olgular hakkında nicel verilere dayanarak gerçekçi sonuçlar çıkarılamaz. Üzerinde çalışılan bir olgu ya da olay ancak araştırmacının bakış açısıyla bir bağlamda yorumlanabilir (Yıldırım, Şimşek, 2005). Bu iki paradigmadan birinin diğeri üstünlüğünden bahsetmek mümkün olmayabilir. Bu paradigmlar bize güçlü ve zayıf yönleri olan iki farklı pencere

sunar. Bu sebeple bu iki yöntemi birbirinin tamamlayıcısı olarak kullanmak sosyal olay ve olguları anlamada bize yardımcı olur. Ancak son yıllarda sosyal bilimler ve eğitim araştırmalarda hakim paradigmanın nitel verilere dayalı yorumlayıcı paradigma olduğu gözlemlenmektedir. Yine de yapılan birçok çalışmada elde edilen verilerin kalitesini ve güvenilirliğini artırmaya yönelik olarak nitel ve nicel yöntemlerin birlikte kullanıldığı gözlemlenmektedir. Bu nedenle çalışmamızda veri toplama yöntemi olarak nitel ağırlıklı olmak üzere nicel veri toplama ve analiz yöntemlerinden yararlanılmıştır.

Bir araştırmanın doğasını belirleyen önemli unsurlar izlediği bilimsel dünya görüşü (paradigma), araştırmada kullanılan yöntemleri ve araştırma sorularına cevap arama biçimidir. Bu bölümde bu çalışmanın hangi paradigmayı neden izlediği, hangi araştırma yöntemlerinin neden kullanılacağı ve araştırmanın cevap aradığı sorular bakımından neyi amaçladığı konuları tartışılarak, araştırmanın doğası, kullanılan yöntem ve teknikler anlatılacaktır.

3.1 ARAşTIRMA MODELİ

Eğitim araştırmalarında veri toplama ve analiz etme yöntemleri bakımından nitel(qualitative) ve nicel (quantitative) yaklaşımları mevcuttur ve bu yaklaşımlardan hangisinin kullanılacağı bir araştırmanın doğasını belirleyecek önemli bir unsurdur. Bu kısımda sosyal bilimler ve eğitim araştırmalarında kullanılan mevcut yaklaşımlardan genel olarak bahsedilecek ve daha sonra bu çalışmanın doğasının hangi yaklaşımlara uygun olduğu anlatılacaktır.

3.1.1 Nicel (Pozitivist) Yaklaşımlar

Gerçeğin insandan bağımsız ve değişmez olduğunu varsayan positivist yaklaşım uzun yıllar fen bilimleri araştırmalarının felsefi temelini oluşturmuştur. Pozitivist paradigmaya göre, gerçek, doğru ölçüm ve dikkatli bir sayışallaştırma ile tanımlanabilir ve anlaşılır hale getirilebilir (Yıldırım ve şimşek 2005). Hipotez kurma ve test etme şeklinde bir anlayışa sahip olan positivist yaklaşıma göre

araştırmacının araştırma sürecinde kendini ortamdaki soyutlayarak, dışarıdan bir gözlemci olarak gerçeği ortaya çıkarabilir.

Araştırmacı nicel araştırma yöntemlerinde değişkenleri birbirinden bağımsız bir şekilde ortaya koyduğu ve kendini araştırılan ortamın dışında tutabildiği ölçüde araştırmacının güvenilirliği artacak ve ortaya koyduğu bulguların genellenebilirliği kuvvetli olacaktır. Eğitim ve sosyal bilimlerde yapılan araştırmalarda uzun yıllar fen bilimlerinde kullanılan nicel araştırma yöntemleri kullanılmıştır. Ancak eğitim bilimleri ve sosyal bilimlerde yapılan araştırmalarda fen bilimlerinde olduğu gibi uygun laboratuvar ortamlarının oluşturulamayacağı, sürekli değişim içerisinde olan insan davranışlarının ve sosyal olayların sayısal olarak yorumlanamayacağı, dolayısı ile nesnel genellemelere ulaşamayacağı kanaatinin oluşmasıyla bu alanlarda nitel araştırma yöntemlerinin kullanılmaya başlamasını sağlamıştır.

3.1.2 Nitel (Yorumlayıcı) Yaklaşımlar

Yükselen paradigma olarak adlandırılan yorumlayıcı (positivist-ötesi) paradigma bilimin nesnel bilgi üretme süreci olmadığını, bilimsel sürecin dünyanın göreliliğini temel alan bir süreç olduğunu vurgular. Sosyal olgular, sosyal davranışı belirleyen genellenebilir yasalar üretmek değil, bir durumun kendine özgü boyutlarının araştırılması ile anlaşılabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2005).

Yorumlayıcı paradigmanın ilkeleriyle çalışan bir araştırmacı elde ettiği sonuçları genelleştirebilmek için araştırmanın yapıldığı ortamın özelliklerini temel alarak benzer ortamlara ilişkin önermelerde bulunabilir. Dolayısı ile nitel araştırmalarda araştırmacı elde ettiği bulgularla bir genellemeye ulaşmaktan ziyade araştırılan konunun özel bir ya da birden fazla noktasında derinlemesine inceleme yaparak konu hakkında bir yargıya varma imkanı bulmaktadır (Lodico ve diğerleri, 2006). Matematik eğitimi araştırmalarında da nitel yöntemler kullanılmaya başlanmıştır. Doğal ortamda duyarlılık, araştırmacının katılımcı rolü, bütüncül yaklaşım, algıların ortaya konması, araştırma deseninde esneklik, tümevarıma dayalı analiz imkanı ve nitel veri özellikleri nitel araştırma yöntemlerinin temel özellikleri ve eğitim

araştırmalarına sağladığı temel faydalar olarak ele alınmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2005).

Araştırmanın cevaplamaya çalıştığı sorular ve amaçları bakımından, Robson (1993) sosyal araştırmaları keşfedici (exploratory), betimleyici (descriptive) ve açıklayıcı (explanatory) olmak üzere üç kısma ayırmaktadır. Keşfedici araştırmada gerçekten ne olup bittiğini ve üzerinde çalışılan fenomen hakkında yeni ve derinlemesine bilgiler bulunmaya çalışılmaktadır. Betimsel alışmalar ise üzerinde çalışılan bir fenomenin bütün yönleriyle betimlenmesidir. Açıklayıcı çalışmalarda ise çalışılan bir fenomenin değişkenleriyle ve değişkenler arasındaki ilişkileriyle derinlemesine incelenmesidir. Robson'a göre bir araştırmanın yukarıda bahsedilen amaçlardan bir tanesi odak noktada olmak üzere birden fazla amaç ierebilmelidir. Araştırmanın amaçları ve araştırma soruları göz önünde bulundurulduğunda öğretmen adaylarının mevcut durumunu ortaya koyması bakımından betimsel ve modelleme sürecinde problem çözme becerilerini ortaya koyması bakımından açıklayıcı nitelikler taşımaktadır.

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinin sosyal olguları daha derinlemesine incelemesi bakımından nicel yöntemlere göre eğitim araştırmalarının doğasına daha uygun olduğu düşüncesi ve yapılacak çalışmanın nitel araştırma yöntemlerinin yukarıda bahsedilen temel faydaları ve özellikleri göz önüne alınarak nitel yöntemler ağırlıkta olmak üzere nitel ve nicel yöntemlerden yararlanılmıştır.

Bu alışma nitel araştırma yöntemlerinden özel durum çalışması niteliği taşımakla birlikte çalışma sürecinde eylem araştırması ve nicel araştırma desenlerinden **Q1→X→Q2** tek grup ön-test, son test deneysel tasarım (Pre-experimental design) gibi araştırma desenleri (Cohen, Manion ve Morrison, 2000) bulunmaktadır. Bu araştırma deseni daha çok özel durum çalışmaları veya eylem araştırmalarında kullanılan bir desendir. Devam eden bölümde çalışmada kullanılan araştırma yöntem ve tasarımlarının açıklamaları ve bahsi geçen araştırma yöntemlerinin bu çalışmanın doğasına uygunluğu nedenleriyle birlikte verilecektir.

3.1.3 Özel Durum Çalışması

Özel durum çalışması, felsefesi yorumlayıcı paradigmaya dayanan, araştırmacıya bir bağlam içerisinde bir grubu, olayları veya ilişkileri derinlemesine inceleme ve yorumlama olanağı sağlayan, elde edilen bulgularla benzer durumlar üzerinde gerçekçi tahminlerden ziyade analitik genellemeler yapma fırsatı veren nitel araştırma yöntemlerinden biridir (Cohen, Manion ve Morrison, 2000, s.181). Patton (1985) özel durum çalışmasını belirli bir bağlamın ve bu bağlam içerisindeki etkileşimin parçası olan durumları derinlemesine anlama çabası şeklinde tanımlamaktadır. Sturman'a (1999, s.103) göre bir bütün, parçalarının toplamından daha büyük olduğu gibi insanlık ilişkileri ve sosyal sistemler de bir bütünlük arz etmektedir. Dolayısı ile bir olguyu parçalarına odaklanmak yerine bütünüyle inceleme olanağı vermesi özel durum çalışmasının en ayırt edici özelliğidir.

Her bir bağlam kendine has ve dinamik bir yapıda olduğundan, özel durum çalışması bir bağlam içerisindeki olayların, insan ilişkilerinin veya başka faktörlerin dinamik, karmaşık ve belirgin olmayan ilişkilerini ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır (Cohen, Manion ve Morrison, 2000, s.182). Yani özel durum çalışması olaylar ve olguları ve bunlar arasındaki ilişkileri bir bütün olarak incelemektedir. Dolayısı ile bu yöntemin önemli bir avantajı, araştırmacıya özel bir duruma yoğunlaşarak derinlemesine araştırma yapma, nicel ve nitel araştırma yöntem ve metotlarını birlikte kullanma fırsatını vermesidir.

Yin (1984) tarafından "Durum çalışması yanlıdır", "durum çalışması genellemelere izin vermez", "durum çalışması uzun zaman alır" ve dolayısıyla "okunması mümkün olmayan şişkin bir veri seti üretir" gibi kanaatler özel durum çalışmasına karşı belli başlı önyargılar olarak bahsedilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2005, s.279).

Örneğin özel durum çalışmalarına karşı olan "genellemelere izin vermez" kaygısına karşı, özel durum çalışmasının bir evrene istatistiksel genellemeler yapma kaygısı yoktur, onun yerine analitik genellemeler yapmak, yani kuramsal önermelerde bulunmayı amaçlamaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Bütün bu önyargılar özel

durum çalışmasını kullanacak olan araştırmacının yöntemi ne kadar iyi bildiği ile ilgilidir. Yöntemi iyi kullanan bir araştırmacı yaptığı çalışmayı bu önyargılardan uzak tutacaktır. Netice itibariyle deneysel çalışmalar da dâhil olmak üzere bütün araştırmalarda bu önyargılar söz konusu olabilmektedir.

Öğrencilerin problem çözme becerilerini matematiksel modelleme sürecinde incelenmesi amaçlanan bu çalışmada problem çözme süreçlerinin ve becerilerinin derinlemesine anlaşılması gerekmektedir. Bu nedenle öğrencilerin problem çözme sürecinde var olan matematik bilgilerini ne kadar kullanabildiklerini, hangi noktalarda problem yaşadıklarını anlayabilmek için (1) çoktan seçmeli test, (2) modelleme etkinlikleri ve (3) öğrencilerle yapılan görüşmelerden faydalanılmıştır. Sınıf içi etkinlikler, görüşmeler ve gözlemler sonucu elde edilen nitel veriler nicel veri niteliği taşıyabilecek çoktan seçmeli çok cevaplı bir testle farklı bir açıdan yorumlanmaya çalışılmıştır. Bu çalışma yukarıda bahsi geçen veri toplama yöntemleri kullanılarak matematik öğretmen adaylarından oluşan bir grup öğrenci ile bir dönem boyunca devam etmiştir. Bu nedenle bu çalışma, en genel anlamda bir grup veya olayı derinlemesine inceleme ve analiz etme olarak tanımlanan özel durum (case study) çalışması niteliği taşımaktadır.

Ayrıca çalışmanın bir grup öğretmen adayının bazı becerilerini derinlemesine anlamaya çalışması ve bu becerilerin belirli bir süreç sonunda ne derece gelişebileceği sorularının cevabını aradığından, bir grubu derinlemesine incelenmesi sürecinden oluşmaktadır. Literatür incelendiğinde bir grup, olay veya olgunun derinlemesine incelenerek anlaşılmaya çalışıldığı araştırma yöntemi özel durum çalışması olarak adlandırılmaktadır. Bu çalışmanın doğası bu tanıma uygun olduğundan özel durum çalışması olarak düşünölmüştür.

3.1.3.1 Ön-Test Son-Test Tek Gruplu Deney-öncesi Tasarım

Yeni bir öğretim yönteminin bir grup üzerindeki etkisini araştırmak için kullanılan bir deneysel yöntem tasarımıdır. Daha çok *özel durum çalışmaları* ya da *başka nitel*

araştırma desenlerinin içerisinde kullanılan nicel bir tasarımıdır. Bu tasarım aşağıdaki gibi gösterilebilir.

Q1	X	Q2
----	---	----

Araştırmanın üçüncü alt problemine cevaplar bulmak için deneysel çalışmalarda kullanılan **Q1→X→Q2** ön-test, son test tek gruplu model (Cohen, Manion ve Morrison; 2000, s.213) kullanılarak modelleme etkinliklerinin öğrencilerin matematiksel modelleme yapabilme becerilerine katkısı incelenecektir.

Burada (Q1) öğrencilerin hali hazırda ön-testle belirlenen modelleme becerilerini göstermekte, (X) öğrencilerle 3 hafta devam eden modelleme etkinlikleri ve problem çözmeye temelli öğrenme sürecini göstermekte ve (Q2) ise problem çözmeye yaklaşımı yapılan 3 haftalık modelleme etkinliklerinin öğrencilerin modelleme becerisi üzerindeki etkisini inceleyecek olan son-test çalışmasıdır.

3.1.3.2 Eylem Araştırması

Cohen ve Manion (1994) eylem araştırmasını gerçek hayattan bir işleyişe müdahale ve bu müdahalenin mevcut işleyiş üzerindeki etkilerinin ayrıntılı olarak incelenmesi süreci olarak tanımlamaktadır. Eylem araştırması, çalışan bir öğretmen, eğitim uzmanı, yönetici gibi bizzat uygulamanın içinde olan uygulayıcıların kendisinin ya da bir araştırmacı ile birlikte gerçekleştirdiğı ve uygulama sürecinde karşılaşılabilecek sorunların ortaya çıkarılması veya ortaya çıkmış bir sorunu çözmeye yönelik sistematik veri toplamayı ve analiz etmeyi içeren bir araştırma yaklaşımıdır. Eylem araştırmasını eğitimde kullanılması Dewey tarafından 1930'lu yıllarda önerilmiştir. Dewey (1933) öğretim ve öğrenme sürecinde denemenin ve araştırmanın önemini vurgulamış ve öğrencilerin daha iyi öğrenmelerine yönelik yaklaşımların ve uygulamaların bu yolla keşfedilebileceğini ve paylaşılabilirliğini belirtmiştir (Aktaran, Yıldırım ve Şimşek, 2006).

Yine Yıldırım ve Şimşek (2006, s.306) eylem araştırması ile ilgili olarak şunları belirtmektedirler:

Eylem araştırmaları öğretimde kullanılması sonucu öğretmenler yaptıkları işi bir araştırma süreci olarak görebilmektedirler. Bu süreç içerisinde kendini sorgulama ve karşılaştığı sorunlara bir araştırmacı gözüyle çözüm arama çabası içerisinde girmektedir. Bu çaba şüphesiz etkili bir öğretim için önemlidir. Çünkü öğretmenlikte sıradanlaşmış ve standart öğretim yöntem ve becerilerinden bahsetmek mümkün değildir. Çünkü her öğretmen her bir sınıfta farklı durum ve sorunlarla karşı karşıya kalmaktadır. Bir araştırmacı olarak kendi sınıf ortamındaki problemlerini fark ederek inceleyebilen ve çözüm arayışları içerisinde girebilen öğretmen iyi öğretmen olmaya adaydır.

Yaptığımız çalışmada modelleme yaklaşımına uygun problem çözme etkinlikleri önemli bir yer kaplamaktadır. Üç hafta tez uygulamaları olmak üzere beş hafta devam eden bu etkinlikler bir tür problem çözmeye dayalı öğrenme ve öğretme tekniğı özelliğı taşımaktadır. Bu etkinlikler sonucu öğretmen adaylarının modelleme becerilerindeki gelişme modelleme testi ile son-test çalışması olarak incelendiğinden bir öğretim yönteminin öğrencilerin gelişimi üzerindeki etkisi incelenmiş olmaktadır. Dolayısı ile çalışmamız bir tür öğretim yönteminin öğrencilerin gelişimine etkisini incelemesi bakımından eylem araştırması niteliğı de taşımaktadır. Fakat araştırmanın genel karakteri özel durum çalışmasıdır.

3.2 ÇALIşMA GRUBU

Evren ve örneklem kavramları nicel araştırmalarda kullanılan kavramlardır. Nitel araştırmalarda bu kavramların yerini “katılımcılar” veya “Çalışma grubu” almaktadır. B kısımda okuyucu açısından bir kavram kargaşası oluşturmaması açısından “Evren ve Örneklem” kavramları yerine nitel araştırmalarda ki “Çalışma grubu” kullanılmıştır.

Cohen ve diğerlerine (2000) göre bir araştırmanın kalitesi uygun paradigma ve yöntem seçiminin yanında seçilen ve üzerinde çalışılan katılımcıların (örneklem) doğru seçimine bağılıdır. Bu nedenle çalışmanın kalitesini artıracak ve çalışmanın doğasına uygun bir örnekleme yöntemiyle örneklem seçimi yapılmalı ve büyüklüğüne karar verilmelidir. Örneğın araştırmacı veri analizinde istatistiksel yöntemleri kullanmak istiyorsa seçimini otuz kişiden fazla olacak şekilde yapmalıdır.

Olasılık temelli örnekleme yöntemleri (seçkisiz, sistematik, tabaka, ve küme) nicel araştırmalarda daha çok genelleme yapabilmek için kullanılan yöntem ve örnekleme büyüklüğünün fazla olmasına karşın, nitel araştırmalarda kullanılan yöntem ve bunların gerektirdiği zaman, enerji, organizasyon ve para örneklemin sınırlı tutulmasını gerektirir (Cohen ve diğerleri, 2000 ; Yıldırım ve Şimşek, 2005). Bu nedenle çalışmanın katılımcılarının seçiminde olasılıksız örnekleme seçimi yöntemlerinden, bireyler ya da olayların olduğu gibi alındığı *uygun örnekleme (convenient sampling)* tekniği kullanılmıştır (Patton, 1990).

Olasılıksız örnekleme seçimi, bir grup ya da olay üzerinde çalışılan grubun derinlemesine araştırıldığı nitel çalışmalarda kullanılan yöntemdir (Cohen, Manion ve Morrison, 2000, s.102). Yine Patton'a (1987) göre olasılıklı örnekleme yöntemleri evrenin temsil kabiliyetini sağlayarak geçerli genellemeler yapılabilmesi için imkân sağlarken, amaçlı örnekleme zengin bilgiye sahip olduğu düşünölen durumların derinlemesine çalışılmasına olanak vermektedir.

Bu bağlamda çalışmanın katılımcıları İstanbul'daki bir üniversitenin Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği bölümünün dördüncü sınıfında öğrenim gören matematik öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Öğretmen adayları bu bölüme ÖSS sınavında sayısal puana göre girmekte ve giriş puanının yüksekliği bakımından sayısal puanda tercih edilebilecek bölümler arasında en üst sıralarda yer almaktadır. Yine katılımcıların ÖSS giriş sınavında sorulan matematik sorularının tümüne yakınına doğru cevap verdikleri elde edilen verilerin yorumlanmasında göz önünde bulundurulması gereken önemli bir gerçektir. Öğretmen adayları 3.5 sene boyunca Fen-Edebiyat Matematik bölümünde matematik derslerini tamamladıktan sonra formasyon derslerini almaya başlamışlardır.

3.3 VERİ TOPLAMA ARAÇLARI VE UYGULAMALAR

Matematiksel modelleme becerilerini anlamaya yönelik ön-test çalışması yapılmıştır. Daha sonra matematiksel modelleme etkinlikleri bireysel ve hemen ardından grup çalışması şeklinde yapılarak ve öğretmen adaylarının bu modelleme etkinlikleri

sürecindeki performansları ayrıntılı olarak incelenmiştir. Etkinlik kağıtları dağıtılarak öğrencilerin etkinlikler üzerinde bir süre çalışmaları sağlandıktan sonra çalışma kağıtları toplanmıştır. Hemen ardından 4'erli yada 5'erli gruplar oluşturularak her bir gruba etkinlik kağıtları tekrar dağıtılarak grup çalışması yapılmıştır. Grup çalışma kağıtları toplandıktan sonra, gönüllü veya araştırmacı tarafından seçilen bir grup çözümü sınıf ortamında sunarak sınıf tartışması yaptırılmıştır. Bu etkinlikler sonucunda tekrar matematiksel modelleme testi (son test) verilerek öğretmen adaylarının modelleme becerilerinde gelişme olup olmadığı anlaşılmasına çalışılmıştır. Ayrıca bu aktiviteler sonunda öğretmen adaylarının model ve modelleme yaklaşımı hakkındaki görüşleri ve bu etkinlikler sonucunda elde ettikleri kazanımları belirlemek için video kayıtlı görüşmeler yapılmıştır.

Bu kısımda yukarıda bahsedilen uygulamalarda kullanılan veri toplama araçlarının her birinden, bunlarla ilgili yapılan geçerlik güvenirlik çalışmalarından ve uygulamalarından ayrıntılı olarak bahsedilecektir.

3.3.1 Deneme Çalışmaları

Yapılacak olan bir çalışma öncesinde bir ön çalışmanın yapılması, veri toplama araçlarının son şeklinin verilmesi ve kullanılacak olan veri toplama araçlarının geçerlik ve güvenirliğinin kontrol edilmesi ve sağlanması açısından önemlidir. Ayrıca nitel araştırmalarda deneme çalışmalarından elde edilen verilere bakılarak asıl çalışmada elde edilecek verilerin mantıklı bir şekilde nasıl açıklanabileceğinin de bir ön çalışması olacaktır.

Yapılan deneme çalışmaları asıl çalışmada kullanılacak olan problemlerin, benzer özellikler taşıyan belirli bir gruba uygulanması ve öğrencilerin çözüm süreçlerinin incelenmesi, sorulardaki eksikliklerin belirlenmesi ve düzeltilmesi ve problemler hakkında uzman görüşlerinin alınması şeklinde olmuştur. Deneme çalışmalarında öncelikle ön-test ve son-test olarak kullanılacak olan matematiksel modelleme testinin Türkçeye adaptasyon çalışması yapılmıştır. Daha sonra etkinlikler sürecinde kullanılacak olan ve literatürde ilgili çalışmalardan alınan modelleme yaklaşımına

uygun problemler Türkçeye çevrilmiştir. Araştırmacı ile birlikte üç uzman tarafından Türkçeye çevrilen ve daha sonra tekrar İngilizceye çevrilerek aslına uygun çeviri yapılıp yapılmadığı kontrol edilen sorular bir grup öğrenciye uygulanmıştır. Bu uygulama sonucunda sorularda bulunan anlam ve mantık hataları belirlenmiş ve uzman görüşlerine başvurularak giderilmiştir. Türkçeye çevrilen sorularda kültürel boyutun olmadığı ve matematiğin evrenselliği ilkesi göz önüne alınarak, soruların alındığı ilgili çalışmalarda kullanılan geçerlik çalışmaları yeterli görülmüş ve adaptasyon çalışmalarında geçerlik ve güvenilirlik (yarıya bölme - split-half) güvenilirlik katsayısına bakılmıştır) için uzman görüşüne ve deneme çalışmaları yeterli görülmüştür.

3.3.1.1 Modelleme Testinin Türkçeye Adaptasyon Çalışması

Matematiksel modelleme testi Crouch, Davis, Fitzharris, Haines, Izard, Houston ve Neill gibi araştırmacılar tarafından 1991 yılından 2005 yılına kadar süren uzun çalışmalar sonucu hazırlanmış, geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları adı geçen araştırmacılarca yapılmış çoktan seçmeli çok cevaplı bir testtir (Lingefjard, 2005). Bu testin Türkçeye çevrilmesi ve bu testin geçerlik, güvenilirlik çalışmaları deneme çalışmalarla ve uzman görüşü alınarak yapılmıştır. Test ilk önce Türkçeye çevrildikten sonra deneme çalışması yapılmıştır. Testin Türkçeye çevrilme süreci aşağıdaki gibi olmuştur. Öncelikle test araştırmacı ile birlikte 4 uzman tarafından Türkçeye çevrilmiştir. Türkçeye çevrilmiş olan test daha sonra bir dilbilimci tarafından tekrar İngilizceye çevrilerek yapılan çevirinin aslına uygunluğu kontrol edilmiştir. Türkçeye çevrilen test daha sonra uygulama grubunun bir alt sınıfına uygulanarak sorularda belirlenen anlam hataları ve öğrencilerin anlamakta güçlük çektikleri kısımlar belirlenerek uzman görüşleri de alınarak uygulamaya hazır son haline karar verilmiştir.

Türkçeye çevrilmiş olan test 30 kişilik 3.sınıf matematik öğretmen adayına uygulanarak sorulardaki kelime, cümle ve anlam hataları belirlenerek, uzman görüşleri alınarak bu hatalar giderilmiştir. Ayrıca bu uygulama sonucunda testin

testi-yarıllama (split-half) yöntemi ile ölçülen güvenilirlik katsayısı olan alfa=0,88 ve formlar arasındaki korelasyon katsayısı $r=0,23$ olarak bulunmuş ve paralel-test yöntemi ile elde edilen güvenilirlik katsayısı ise alfa=0,79 olarak bulunmuştur.

Örneğin ön teste bulunan 4.soruda pilot uygulama ve uzman görüşlerinin alınması neticesinde sorunun anlamına uygun olacak şekilde aşağıda görüldüğü gibi düzeltilmiştir.

Düzeltilmeden önce;

4) Aşağıdaki verilen durum üzerinde düşününüz.
Düz bir sıra halinde park edilmiş arabalar içerisindeki bir boşlukta arabanızın yönünü ters çevirmek istiyorsunuz.
Manevranın başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için aşağıdaki değişkenlerden hangisi en önemlidir?

- A) Arabanın dönme yarıçapı
- B) Geri gitmeye başlamadan önce arabanın park boşluğuna olan mesafesi
- C) Mevcut hava koşulları
- D) Kaldırıma çıkıp çıkamayacağınız
- E) Geri gitmeye başlamadan önce arabanızla paralelinizde park edilmiş araba arasındaki mesafe

Şekil2 :Ön test 4.soru düzeltilmeden önce

Düzeltildikten sonra;

4) Aşağıdaki verilen durum üzerinde düşününüz.
Düz bir sıra halinde park edilmiş arabalar içerisinde arabanızdan (yaklaşık 1.5 misli) daha uzun olan bir boşluğa arabanızı geri geri park etmek durumundasınız.
Manevranın başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için aşağıdaki değişkenlerden hangisi en önemlidir?

- A) Arabanın dönme yarıçapı
- B) Geri gitmeye başlamadan önce arabanın park boşluğuna olan mesafesi
- C) Mevcut hava koşulları
- D) Kaldırıma çıkıp çıkamayacağınız
- E) Geri gitmeye başlamadan önce arabanızla paralelinizde park edilmiş araba arasındaki mesafe

Şekil 3: Ön test 4.soru son hali

Türkçeye çevirme sürecinde bire bir tercüme manayı tam yansıtmadığından anlama göre çeviri yapılmıştır. Bu nedenle yukarıda ki sorularda görüldüğü gibi deneme çalışması yapıldıktan sonra ve uzman görüşleri alındıktan sonra çeviriden kaynaklanan anlam hataları giderilmiştir.

Yine ön testte bulunan 10. soruda deneme çalışmasında öğrenciler tarafından tam anlaşılmadığı ve görüşleri alınan uzmanlara göre sorunun anlam bakımından yabancı dildeki aslına uygun olmadığı belirlenmiş olup uzmanların önerileri göz önüne alınarak aşağıdaki düzeltme yapılmıştır.

Düzeltilmeden önce;

10) Aşağıdaki verilen durum üzerinde düşününüz.
“Yeni bir otobüs hattına kapalı bir durak yapılacaktır. Maksimum sayıda insanın faydalanabilmesi için otobüs durağı nereye yapılmalıdır?” sorusu üzerinde düşününüz.
Otobüs firması bu hizmetten en fazla sayıda insanın faydalanmasını istemekte fakat otobüslerin kapasitesini aşmamayı planlamaktadır.
Yukarıdaki soruya çözüm bulmaya yönelik oluşturulacak basit bir matematiksel model için aşağıda verilen varsayımlardan(göz önüne alınması gereken durumlardan) hangisi en az önemlidir?

A) Sadece bir durak yapılacağı varsayımı.
B) Otobüs durağının yapılacağı yolun düz olduğu varsayımı.
C) Yıl içerisinde açık ve kuru havaların yağışlı havalardan iki kat fazla hüküm sürmesi.
D) Otobüsün yarım saatlik aralıklarla sefer yapacağını varsayımı.
E) Otobüs durağına gitmek için yolcuların çok uzun mesafe yürümeyecekleri varsayımı.

Şekil 4: Ön test 10.soru düzeltilmeden önce

Düzeltilmiş ve uygulamada kullanılan son hali;

10) Aşağıdaki verilen durum üzerinde düşününüz.
“Yeni bir otobüs hattına kapalı bir durak yapılacaktır. Maksimum sayıda insanın faydalanabilmesi için otobüs durağı nereye yapılmalıdır?” sorusu üzerinde düşününüz.
Otobüs firması bu hizmetten insanların faydalanmasını istemekte fakat talebe göre ek sefer koymayı düşünmemektedir.
Yukarıdaki soruya çözüm bulmaya yönelik oluşturulacak basit bir matematiksel model için aşağıda verilen varsayımlardan(göz önüne alınması gereken durumlardan) hangisi en az önemlidir?

A) Sadece bir durak yapılacağı varsayımı.
B) Otobüs durağının yapılacağı yolun düz olduğu varsayımı.
C) Yıl içerisinde yağışsız havaların yağışlı havalardan iki kat fazla hüküm sürmesi.
D) Otobüsün yarım saatlik aralıklarla sefer yapacağını varsayımı.
E) Otobüs durağına gitmek için yolcuların çok uzun mesafe yürümeyecekleri varsayımı.

Şekil 5: Ön test 10.soru son hali

Deneme çalışmalarında her bir soruda belirtilen “çözmek için uğraşmayınız” ifadesi öğrencilerden ve uzmanlardan gelen bu uyarıya gerek olmadığı geri bildiriyle soru cümlelerinden kaldırılmıştır.

Deneme çalışmaları Türkçeye çevrilen sorulardaki anlam hatalarını, cümle düşüklüklerini ve kelime hatalarını giderme amaçlarına hizmet etmiştir. Bunun yanında elde edilen sonuçlar ışığında uzman görüşlerine başvurularak soruların anlamına uygun bir şekilde Türkçeye çevrilmesi sağlanmıştır. Yukarıdaki iki örnekte görüldüğü gibi toplamda 22 sorudan oluşan ön test ve son test sorularının Türkçeye çevrilmesi çalışmasında her bir sorudaki anlam hataları ve eksiklikleri deneme çalışmalarında belirlenen öğrencilerin sorulardan ne anladıklarına göre ve sonrasında uzman görüşleri alınarak uygulamaya hazır hale getirilmiştir.

Matematiksel modelleme testinin yanında matematiksel modelleme etkinliklerinde bireysel ve grup çalışmalarında kullanılacak olan modelleme etkinlik soruları da aynı süreçten geçerek Türkçeye çevrilmiştir. Araştırmacı ile birlikte 4 uzman (matematik eğitimci) tarafından çeviri işlemi yapıldıktan sonra 36 kişilik bir gruba (2. sınıf matematik öğretmen adayları) uygulanarak soruların kelime, cümle ve anlam hataları giderilmiş ve deneme uygulamasından önce ve sonra uzman görüşleri alınmak kaydıyla uygulamaya hazır hale getirilmiştir.

3.3.2 Uygulama Süreci

Uygulama süreci 2006–2007 bahar yarısında Özel Öğretim Yöntemleri Dersi içeriği olarak yapılmıştır. Matematik öğretmen adaylarının modelleme becerisini anlamaya yönelik ön-testle başlayan veri toplama süreci matematiksel modelleme yaklaşımına uygun gerçek hayat problemlerinden oluşan matematiksel modelleme etkinliklerinde öğrencilerin bireysel ve grup çalışmalar ile devam etmiştir. Etkinlikler sürecinde bireysel ve grup çalışmalarının nasıl yapıldığı ve ne kadar sürede yapıldığı ilerde ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Son olarak modelleme etkinliklerinin modelleme becerilerinin gelişmesini değerlendirmek amacıyla son-test çalışması yapılmıştır. Aşağıdaki Tablo 2 çalışmanın genel süreci gösterilmiştir.

Tablo 2

Çalışmanın genel süreci

Amaç	Alt problemler	Kullanılacak yöntem ve araçlar
Modelleme yapabilme becerisini belirleme	Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme testi ve modelleme etkinliklerindeki performans düzeyleri nedir?	Matematiksel modelleme testi (ön test ve son test)
Problem çözme etkinlikleri modelleme becerilerinin incelenmesi	Matematiksel modelleme sürecinde öğretmen adaylarının problem çözme becerileri nasıl ortaya çıkmaktadır? Matematiksel modelleme sürecinde öğretmen adaylarının bireysel ve grup çalışması sürecinde problem çözme becerileri nasıl farklılık göstermektedir?	Matematiksel modelleme yaklaşımına uygun problem çözme etkinliklerinde bireysel ve grup çalışma kâğıtlarının analizi
Sürecin değerlendirilmesi	Matematiksel modelleme etkinlikleri sürecinin öğretmen adaylarının modelleme becerilerini geliştirmeye yönelik etkisi nedir? Modelleme etkinlikleri ve modelleme testinden oluşan çalışma sürecinde öğretmen adaylarının kazanımları nelerdir?	Matematiksel modelleme testi (son test) Yarı yapılandırılmış görüşmeler

Şimdi veri toplamada kullanılan her bir yöntem ve araçtan ayrıntılı bir şekilde bahsedilecektir.

3.3.2.1 Ön test:

Bir ders dönemi devam edecek olan çalışmanın ilk başlangıcı olarak matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ön testiyle matematiksel modelleme becerileri ve yeterlilikleri belirlenmiştir. Bu becerileri belirlemek için Crouch, Davis, Fitzharris, Haines, Izard, Houston ve Neill gibi araştırmacılar tarafından 1991 yılından 2005 yılına kadar süren uzun çalışmalar sonucu hazırlanan (Lingefjard, 2005) matematiksel modelleme testi kullanılmıştır.

Crouch ve diğerleri tarafından geliştirilen test matematiksel modelleme aşamalarının her birini ölçmeye yönelik sorulardan oluşmaktadır. Sorular çoktan seçmeli olup bir tane en doğru cevap ve doğruya yakın cevaplardan oluşmaktadır. Testin değerlendirmesinde en doğru cevap 2 puan ve doğruya en yakın cevap ise 1 puan şeklinde değerlendirilmiştir.

Tablo 3

Ön-test ve Son-test sorularının ölçmeyi hedefledikleri becerilere göre dağılımı

Modelleme Sürecindeki Aşamalar	Ön-testte bulunan soru numarası	Son-testte bulunan soru numarası
Verilenleri belirleme ve sadeleştirme	10. soru	1. ve 2. sorular
Hedefi belirginleştirme	4. ve 9. sorular	4.soru
Problemi formülleştirme	8. soru	5. ve 7. sorular
Değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme	6. ve 7. sorular	10. soru
Matematiksel ifadeleri formülleştirme	5.soru	9. ve 12. sorular
Bir matematiksel model seçme	2. soru	3. ve 6. sorular
Grafik gösterimleri kullanma	3. soru	8. soru
Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	1. soru	11. soru

Modelleme becerilerini belirlemeye yönelik test her bir öğretmen adayının mevcut becerileri hakkında fikir edinmek amacıyla uygulanmıştır. Ancak testi geliştiren araştırmacılarında belirttiği sadece bu testten elde edilen sonuçlarla öğrencilerin becerileri hakkında bir yargıya varmanın doğru olmadığı gerçeği unutulmamalıdır. Bu bakımdan testten elde edilen bulgular, modelleme yaklaşımına uygun problem çözme etkinliklerinden ve öğretmen adayları ile yapılan görüşmelerden elde edilen bulgular karşılaştırmalı olarak yorumlanarak daha gerçekçi bulgu ve yorumlara ulaşılmaya çalışılmıştır.

3.3.2.2 Modelleme Etkinlikleri

Ön test uygulamasından sonra öğretmen adaylarına model ve modelleme yaklaşımına uygun tarzda, gerçek hayattan bazı durumların ve olguların matematiksel düşünmeyle değişkenlerinin belirlenmesi ve bu değişkenler arasındaki ilişkilerin matematiksel ifadelerle aktarılması gibi beceriler gerektiren problem çözme etkinlikleri yaptırılmıştır. Bu etkinliklerin amacı öğretmen adaylarına matematiksel modelleme bireysel ve grup etkinlikleri sürecini yaşatmak ve bu süreci ve süreçte onların performanslarını incelemek ve testlerden elde edilen bulguları da göz önünde bulundurarak daha gerçekçi sonuçlara ulaşmaktır.

Modelleme yaklaşımına uygun problem çözme etkinlikleri bireysel çalışma ve grup çalışması şeklinde yapılmıştır. Etkinlik kağıtları dağıtılarak öğrencilerin etkinlikler üzerinde bir süre çalışmalarını sağlandıktan sonra çalışma kağıtları toplanmıştır. Hemen ardından 4'erli yada 5'erli gruplar oluşturularak her bir gruba etkinlik kağıtları tekrar dağıtılarak grup çalışması yapılmıştır. Grup çalışma kağıtları toplandıktan sonra, gönüllü veya araştırmacı tarafından seçilen bir grup çözümü sınıf ortamında sunarak sınıf tartışması yaptırılmıştır. Matematiksel modelleme etkinliklerinde grup çalışmasının önemi birçok araştırmacı tarafından vurgulanmaktadır. Zawojewski, Lesh ve English'e (2003) göre geleneksel matematik problem çözme aktivitelerinde, çözülmesi ve ulaşılması beklenen çözüm bir matematiksel (nümerik) sonuç olduğu için paylaşılmaya ihtiyaç yoktur ve bu nedenle

sosyal yönü çok zayıftır. Ancak matematiksel modelleme etkinliklerinde model oluşturma ve modeli genelleme ilkeleri, geliştirilen bir modelin paylaşılabilir ve tekrar kullanılabilir olmasını sağlamaktadır. Sınıf içi tartışmalar ve rapor yazımı, öğrencilerin bu çalışmalarından öğrendiklerini pekiştirmeleri için kullanılır. Diğer problem çözümlerinde de olduğu gibi grup çalışması öğrencilerin güvenlerini kazanmalarına, sonuçlarını paylaşarak tartışabilmelerine olanak sağlar. Modelleme etkinliklerinin yukarıda bahsedilen sosyal fonksiyonlarının olması dolayısı ile sosyal yönü olan grup çalışması şeklinde yapılması gerektiği görüşü literatürde birçok araştırmacı tarafından dile getirilmektedir. Bu nedenle bu çalışmada süreç öğretmen adayları önce bireysel ve sonra yukarıda bahsedilen yaklaşımlardan dolayı grup çalışması şeklinde devam etmiştir. Elde edilen bulgular karşılaştırmalı olarak verilmiş ve “modelleme etkinliklerinde öğretmen adaylarının problem çözme becerileri grup çalışmalarında nasıl değişiklik göstermektedir?” sorusuna da cevap aranmıştır.

Bu çalışmada grup çalışmasından önce problemler üzerinde öğrenciler bireysel olarak belirli bir süre çalışmışlardır. Grup çalışmasından önce bireysel çalışma yaptırılmasının amacı ise öğrencilerin problem üzerinde bireysel olarak yeterince düşüncelerini sağlamak ve bireysel çalışmalardaki çözümlerin grup çalışması sonucu ulaşılan çözümlere nasıl yansıdığını gözlemlemek ve ayrıca bireysel çalışma ile grup çalışması sonuçlarını kıyaslamaktır. Modelleme aktivitelerinde süreç aşağıdaki gibi işlemiştir:

bireysel çalışma → grup çalışması → çözümün sınıf ortamında sunulması ve sınıf tartışması

- **Bireysel Çalışma (30 dakika):** İlk yarım saatlik zaman diliminde etkinlik kağıtlarında bulunan problemler üzerinde öğrenciler bireysel olarak çalışmışlardır. Bu süreçte her bir öğrenci her bir soruyu kendi başına çözmeye çalışmıştır. Daha sonra bireysel çalışma kağıtları toplanarak grup çalışmasına geçilmiştir.

- **Grup Çalışması (30 dakika):** Bireysel çalışmadan sonra öğrencilerin problemin çözümü üzerinde grupça tartışmalarını sağlamak ve soruları tekrar çözmelerini sağlamak için 3, 4 veya 5 kişiden oluşan gruplar oluşturulmuştur. Grup çözümleri ayrı kağıda yaptırılarak bireysel çözümlerin grup tartışmasına katkısı ve grup tartışmasının etkisini incelemek için bireysel çözümler ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.
- **Sunum (15 dakika):** Grup çalışmasından sonra araştırmacı ve dersin hocası tarafından grup çalışması sırasında yapılan gözlem ve grup elemanlarının gönüllülük esasına dayanarak seçilen herhangi bir grup yaptıkları çözümü sınıfta sunmuştur. Bu sunumun amacı ise bütün öğrenciler ve gruplar problemler üzerinde ayrıntılı olarak tartıştıktan sonra sınıf tartışmasıyla en doğru çözüme ulaştırmayı amaçlamaktadır.

Üç hafta boyunca devam eden etkinliklerde yukarıda ayrıntılı olarak bahsedilen süreç takip edilmiştir. Daha öncede belirtildiği gibi öğretmen adayları bu etkinliklerde önce bireysel becerilerini ortaya koydular, daha sonra grup çalışması ve grup tartışmaları ile her bir öğrenci kendi çözümünü değerlendirerek ortak bir çözüme ulaşılmıştır. Araştırmacı tarafından seçilen bir grup çözümünü sınıf ortamında sunarak sınıfta bir tartışma ve paylaşma ortamı oluşturularak bütün grup ve bireylerin çözümlerini değerlendirecekleri ve bütün sınıfın kabul edebileceği bir çözüme ulaşmaya çalışılmıştır. Problem çözme etkinliklerinde kullanılan problemler ve her bir problemin amacı aşağıda açıklanmıştır.

3.3.2.3 Etkinlik 1

Matematiksel modelleme testinden sonraki haftalarda yapılması planlanan ve uygulanan modelleme etkinliklerinin ilki aşağıdaki problemlerden oluşmaktadır.

Problem 1:

Son sınıf öğrencileri mezuniyet kutlamaları için 500 YTL ile güzel bir yer kiralamışlardır. Parti için kişi başına satılacak bilet ücreti 80 YTL olarak belirlenmiştir. Satılan bilet sayısına göre organizasyondan elde edilecek gelir miktarını gösteren bir matematiksel ifade (fonksiyon, grafik..) geliştiriniz ve organizasyonun hangi durumda kara geçmeye başladığına karar veriniz.

Şekil 6: Etkinlik 1- Problem 1

Bu problem lineer fonksiyonların gerçek hayattaki uygulanabileceği alana güzel bir örnek teşkil etmektedir. Bunun yanında öğrencilerin fonksiyon oluştururken tanım ve değer kümelerine ne kadar dikkat ettikleri, oluşturdukları grafik gösterimi ve matematiksel ifadenin gerçek hayat durumu ne ölçüde kıyasladıklarını anlamaya yönelik, öğrencilerin modelleme yapmasını gerektiren bir soru olarak düşünülmüştür.

Problem 2:

Bir teyp kaseti düşününüz. Teyp, kasetteki makaraları döndürerek bir makaradan diğerine sabit bir hızla sarım yapmaktadır. Bir kasetin başlangıçtan ilk yüzü bitinceye kadar olan süreçte makaraların hızlarının ve yarıçaplarının nasıl değiştiğini ayrıntılı(matematiksel) olarak açıklayınız.

Not: *Lingefjard (2000) tarafından yapılan tez çalışmasından uyarlanmıştır.*

Şekil 7: Etkinlik 1- Problem2

Bu problem kesin doğru cevabının basit matematiksel ifadelerle bulunması mümkün olmayan iyi tanımlanmamış bir problemdir. Bu problemde öğretmen adaylarının gerçek hayat durumunu ifade edebilmek için kullandıkları yöntemler matematiksel düşünme becerilerini ve bu düşünme sürecinde kullandıkları araçların gözlemlenmesi açısından önemlidir. Bu bağlamda problemin amacı gerçek hayatta gözlemledikleri bu durum üzerinde düşündürmek ve bu durum içerisinde var olan matematiksel örüntüleri ve modelleri ne ölçüde ve nasıl ifade edebildiklerini gözlemlemektir.

Problem 3:

Zamana bağlı hız fonksiyonu $V(t) = t^2 - 2t + 16$ (m/sn) olan bir aracın t=10 sn sonunda aldığı yolu hesaplayınız.

Şekil 8: Etkinlik1- Problem3

Bu problem lise müfredatında var olan kapalı uçlu ve tek bir doğru cevabı olan öğrencilerin alışık oldukları geleneksel bir soru olarak düşünülmüştür. Bu problemin amacı öğrencilerin bu tür problemleri çözerken nasıl bir süreç takip ettiğini ve bu sürecin diğer sorulardaki süreçlerle ne gibi farklılıkları olduğunu anlamaya yöneliktir. Bu soru bağlam olarak ikinci etkinlik 1.soru ile aynı bağlamı ifade etmektedir. Ancak ikinci etkinlikte sorulmuş hali modelleme yaklaşımına uygun hazırlanmış halidir. Dolayısı ile bu iki soru tarzında öğretmen adaylarının çözüm süreçleri ve performansları araştırmacıya önemli fikirler sağlayacağı düşünülmüştür.

3.3.2.4 Etkinlik 2

Bu etkinlikte öğrencilere aşağıdaki 2 problem sorulmuştur.

Problem 1:

Bir yarış arabasının ayrıntılı test edilme sürecinde belirli bir sürede durabilme mesafesi belirlenmesi için test yapılacaktır. Arabanın ilk hızı 20 metre/saniye olarak kayda başlanan bir testte araba 10 saniye sonra durmuştur. Bu 10 saniye sürecinde araba monoton azalan bir hızla hareketine devam etmiştir. Aşağıdaki tablo arabanın hızının değişen değerlerini göstermektedir.

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

Arabanın 10 saniye sonunda gittiği mesafe yaklaşık olarak kaç metredir? (Not: bulduğunuz değer en iyi tahmin olup olmadığını düşününüz)

Not: Shternberg ve Yerushalmy (2003) tarafından yapılan çalışmadan alınmıştır.

Şekil 9: Etkinlik 2- Problem1

Bu problem gerçek hayatla ilgili verilen bir duruma en uygun matematiksel örüntüyü ve çözümü bulmada öğrencilerin becerilerini anlamayı amaçlamaktadır. Bunun yanında etkinlik-1 de sorulan 3. sorunun modelleme yaklaşımına uygun tarzda sorulduğunda öğrencilerin çözümlerindeki ne gibi değişiklikler oluştuğunu anlamaya yönelik bir sorudur. Bu soruda öğrencilerin öncelikle tabloda verilen değerleri kullanarak bir fonksiyon oluşturmaları ve bu fonksiyonu kullanarak integral yardımıyla en iyi çözüme ulaşmaları beklenmektedir.

Problem 2:

Telefonunuzla uzun bir süre görüşme yapmayı düşünüyorsunuz. Kullandığımız hattın ücret tarifesi şu şekildedir. Görüşme süresinin ilk dakikası 100 kuruştur. Devam eden süreçte her bir dakika 20 kuruş üzerinden ücretlendirilmektedir. Bu telefon görüşmesi sonunda her hangi bir t görüşme süresi için borcunuzu ifade edecek bir matematiksel ifade ve bir grafik gösterimi bulmaya çalışınız.

Not:1 dakikadan az bir süre için yine bir dakikalık ücret tarifesi alınmaktadır.

Şekil 10: Etkinlik 2- Problem2

Bu sorunun amacı öğrencilerin gerçek hayatlarında her zaman karşı karşıya oldukları bir durumu matematiksel olarak nasıl ifade edebileceklerini ve yazdıkları

fonksiyonun tanım ve değer kümesine ne ölçüde dikkat ettiklerini anlamaya yönelik bir sorudur. Arkadaşlarıyla, aileleriyle konuşurken her zaman düşündükleri ve dile getirdikleri bir durumu matematiksel bir dille ifade edebilme becerileri gözlemlenecektir.

Öğrenciler önce bireysel çözümlerini yapıp kağıtları toplandıktan sonra dörderli gruplar oluşturarak problemlerin çözümlerini grup üyeleri ile tartışarak en iyi çözümlü bulmaya çalışmışlardır. Problemlerin grupça tartışılması ve çözülmesinden sonra her bir problemi bir öğrenci sınıf ortamında sunmuştur.

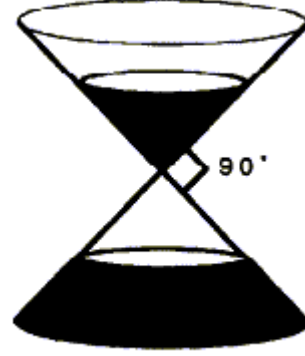
3.3.2.5 Etkinlik 3

Bu etkinlikte öğrencilere yine iki problem durumu sorulmuştur. Birinci soru gerçek hayatta karşılaşılabileceğimiz bir kum saati ve bu kum saatinde gözlemlenebilecek matematiksel örüntülerle ilgili, ikinci soru ise matematiksel hiçbir veri belirli olmadığı durumlarda bile matematiksel düşünme ile bu durumun nasıl yorumlanabileceği matematiksel modelleme soru örnekleridir.

Üçüncü etkinlikte sorulan Problem 1 (Bakınız, Şekil 11) birçok matematiksel düşünme becerisini içerisinde bulunduran bir sorudur. İlk göze çarpan orantısal düşünme becerisidir. Bu sorunun çözümü için öğrencilerden öncelikle tabloda verilen değerleri kullanarak bir fonksiyon oluşturmaları beklenmektedir. Daha sonra elde ettikleri fonksiyon yardımıyla zamana bağlı olarak yüksekliklerin nasıl değiştiğini şekil veya grafik üzerinde göstermeleri gerekmektedir. Bunun yanında kum saatinin her iki tarafı için düşünceleri gerekmektedir.

Problem 1:

Yandaki resimde görülen kum saati, yarıçapları yüksekliklerine eşit olan iki eş ve simetrik koniden oluşmaktadır. İki koniyi birbirine bağlayan, yandaki şekilde renkli olarak gösterilmiş, akışkan sıvı maddenin akışını sağlayan küçük bir kanal bulunmaktadır. Alt kısımdaki koni tam dolu iken, kum saati ters çevrildiğinde akışkan maddenin dolu koniden boş koniye tamamının boşalması 7,5 dakika sürmektedir. Akışkan maddenin akma hızı $0,5 \text{ cm}^3/\text{saniye}$ dir. (Akış hızı sabittir ve iki koniye birbirine bağlayan kanalın yüksekliği önemsizdir, ihmal edilebilir)



Kum saati üzerinde bir ölçek (derecelendirme) oluşturmak için, saatin alt kısmındaki koni için aşağıdaki tabloda gösterilen ölçümler alınmıştır.

Hacim (cm^3)	Akışkan Maddenin koni içerisinde oluşturduğu Yükseklik(cm)
25	0,23
50	0,48
75	0,76
100	1,06
150	1,82
200	3,08

Kum saatindeki konilerden her hangi birine baktığımızda aynı saati okuyabileceğimiz bir sistem geliştirmek istiyoruz. Kum saati üzerinde alt ve üst konilere bakıldığında aynı saatin okunacağı bir ölçek(derecelendirme) geliştiriniz ve ayrıntılı olarak açıklayınız.

Not: Lingefjard (2000) tarafından yapılan tez çalışmasından alınmıştır.

Şekil 11: Etkinlik 3- Problem 1

Şekil 12' de üçüncü etkinlikte sorulan Problem 2 görülmektedir. Bu soruda tamamen sözel ifadelerle anlatılmış bir durum söz konusudur. Bahsedilen bu durum için öğrencilerden matematiği kullanarak nasıl bir çözüm üretebilecekleri sorulmuştur. Bu soruda öğrencilerin görselleştirme, görselleştirilen şekil üzerine değişkenleri atama ve doğru geometrik model ve yorumları kullanarak çözüme ulaşmaları beklenmektedir.

Problem 2:

Bir kamyın rüzgarlı bir havada suyun üzerinde kalan kısmının uzunluğu, rüzgardan ötürü sürüklendiği mesafe ve su üzerindeki boy farkları ölçülüyor. Bu ölçümler kullanılarak gölün derinliği hakkında ne söylenebilir?

Not: Sinan Sertöz'ün "Bir Sayı Tut" kitabından alınmıştır.

Şekil 12: Etkinlik 3- Problem 2

3.3.2.6 Son Test

Son-test çalışması için daha öncede belirtildiği gibi Crouch ve arkadaşları tarafından geliştirilen test öğretmen adaylarının modelleme becerilerindeki gelişmeyi gözlemlemek için kullanılmıştır. Ön-test, son-test çalışmalarına uygun olarak hazırlanan bu testte her bir modelleme becerisini ölçmeye yönelik en az iki soru bulunmaktadır. Böylece test ön test ve son test olmak üzere ikiye bölünerek çalışmamızda kullanılmıştır. Her iki testin kapsam ve zorluk dereceleri aynı beceriyi ölçen ikişer soru bulunmasında dolayı paralellik arz etmektedir (Lingefjard, 2005).

Sorular daha öncede belirtildiği gibi çoktan seçmeli olup bir tane en doğru cevap ve doğruya yakın cevaplardan oluşmaktadır. Testin değerlendirmesinde en doğru cevap 2 puan ve doğruya en yakın cevap ise 1 puan şeklinde değerlendirilmiştir. Hangi sorunun hangi beceriyi ölçmeye yönelik olduğu bilgisi Tablo 3'te gösterilmiştir.

3.3.3 Görüşmeler

Görüşme ve mülakat nitel araştırmada en sık kullanılan veri toplama aracı olarak karşımıza çıkmaktadır. İlk bakışta kolay bir veri toplama yöntemi gibi görünen görüşme, aslında beceri, duyarlılık, yoğunlaşma, bireyler arası anlayış, öngörü, zihinsel uyanıklık ve disiplin gibi pek çok boyutu kapsamı bakımından hem bir sanat hem de bilimdir (Patton, 1987; aktaran Yıldırım ve Şimşek, 2005).

Mülakatlar değişik şekillerde sınıflandırılabilir. Kullanılan kuralların katılığına başka bir deyişle yapısına göre mülakatlar “yapılandırılmış”, “yarı yapılandırılmış” ve “yapılandırılmamış olarak üçe ayrılır (Karasar, 1999 ; Altunışık ve diğerleri, 2004). Ne tür soruların ne şekilde sorulacağı, hangi verilerin toplanacağını en ayrıntılı şekilde belirleyen mülakat planının aynen uygulandığı görüşmeye yapılandırılmış denir. Yapılandırılmamış mülakatta ise önceden belirlenmiş herhangi bir soru ve doğal olarak yanıt yoktur. Mülakatın gidişine göre sorular sorulur fakat araştırmacı hangi konuyu hangi boyutlarıyla açığa çıkaracağını bilir (Yıldırım ve Şimşek, 2005).

Çalışmada rasgele seçilen üç öğrenci ile matematiksel modelleme testi ve etkinlikler sürecinin genel bir değerlendirmesi istenmiştir. Uygulama sürecinde yaşadıkları ve bu süreç sonunda kazanımları, eleştirdikleri ve eksik gördükleri noktalar üzerine yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmelerde ayrıca öğrencilere bazı problemler tekrar çözdürülerek, kâğıt üzerindeki çözüm sürecinde gözlemlenemeyen bazı becerilere öğrencilerin gerçekte sahip olup olmadıkları anlaşılmaya çalışılmıştır.

Görüşmelerde öğretmen adaylarından uygulama sürecini değerlendirmeleri istenmiş ve edilen bulgularla ilgili dolaylı yollardan sorulan sorularla çalışmanın geçerliği ve güvenilirliği ile ilgili katılımcı teyidi sağlanmaya çalışılmıştır.

Görüşmelerde en genel olarak aşağıdaki sorular sorulmakla birlikte görüşme sürecinin sohbet tarzında geçmesi her bir görüşme için farklı sorular ortaya çıkmıştır. Görüşmelerde öğretmen adaylarına aşağıdaki sorular sorulmuştur.

- Çalışma sürecinin genel bir değerlendirmesini yapar mısınız?
- Çalışma süresince size sorulan problemlerin bu zamana kadar gördüğünüz problemleri de düşünerek bir değerlendirmesini yapar mısınız?
- Çalışma sürecinin size bir katkısının olduğunu düşünüyor musunuz?

3.4 VERİLERİN ÇÖZÜMLENMESİ VE YORUMLANMASI

Veri çözümlenme, veri toplama işlemi ile elde edilen ham verilere anlam kazandırma işi olarak adlandırılabilir (Altunışık ve diğerleri, 2004). Bir araştırmada gerekli verilerin toplanması çalışmanın önemli bir aşamasıdır. Ancak toplanan bu verilerin, araştırma problemine, kuramsal ya da pratik yönden, çözüm önerileri geliştirmesini sağlayacak şekilde çözümlenip yorumlanması ve değerlendirilmesi gerekir (Karasar, 1999).

Bu kısımda veri toplama aracı olarak kullanılan modelleme testi ve matematiksel modelleme etkinlikleri için nitel ve nicel değerlendirmelerin nasıl yapıldığından bahsedilecektir.

3.4.1 Modelleme Testinin Değerlendirmesi

Matematiksel modelleme testinin analizi testi hazırlayanlar tarafından belirlenmiş olan puanlama sistemine göre puanlandırılmıştır. 22 sorudan oluşan testte bulunan her bir soru için beş seçenek mevcuttur. Seçenekler içerisinde *en doğru* olanı 2 puan, *doğruya yakın* olan cevap 1 puan ve diğer seçenekler ise 0 puan olarak değerlendirilmiştir. Daha sonra her bir sorudan alınan puanlar toplanarak testten elde edilen toplam puan elde edilmiştir.

Bulgular kısmında modelleme ön-test ve son-test çalışmasında her bir soru için öğrencilerin doğru ve kısmen doğru cevap yüzdeleri ve toplam puanları ayrıntılı olarak betimlenmiştir.

3.4.2 Performans Değerlendirmesi

Etkinliklerdeki her bir problem çözümü “doğru”, “kısmen doğru”, “yanlış” ve “boş” kategorilerine göre değerlendirilmiştir. Değerlendirme önceden hazırlanan ve her bir problem için hangi çözümlerin doğru, kısmen doğru, yanlış ve cevap yok şeklinde kabul edileceğini belirten cevap anahtarına göre yapılmıştır. Elde edilen bulguların betimsel analizi yüzdeleriyle birlikte bireysel ve grup çalışması için ayrıntılı olarak verilmiştir.

Aşağıda Tablo4’te etkinliklerde bulunan problemlerden birinin nasıl değerlendirildiği gösterilmektedir. Diğer problemler için hazırlanan tablolar Ekler kısmında verilmiştir.

Tablo 4

Etkinlik 3-Problem 1

Kategori	Açıklama
Doğru (D)	Zamana bağlı yüksekliğin cebirsel fonksiyonunu elde edip bu fonksiyona göre derecelendirme yapanlar ($h(t) = 4 \cdot 10^{-6}t^2 + 44 \cdot 10^{-4}t$ ve $0,5 \cdot t = \frac{1}{3}\pi(6,082)^3 - \frac{1}{3}\pi(6,082 - h)^3$ denklemlerini bulup bu denklemlere göre derecelendirme yapanlar)
Kısmen Doğru (KD)	<ul style="list-style-type: none"> Sadece tabloda verilen hazır değerleri kullanarak bir ölçek geliştirenler Sözel olarak doğru ifade edenler Yükseklik değişimini grafik üzerinde doğru ifade ettiği halde asıl çözüme ulaşamayanlar
Yanlış (Y)	<ul style="list-style-type: none"> Problemde verilenler ve istenilenler ile ilgili olmayan ve işlem hatalarından kaynaklanan doğru olmayan cevaplar
Cevap Yok (CY)	<ul style="list-style-type: none"> Soru üzerinde herhangi bir işlem yapılmamış veya verilenler kullanılarak sadece çok basit olan hesaplamalar yapılmış ve bırakılmış

Bu kısımda süreç ayrıntılı olarak incelenmemiştir. Öncelikle öğretmen adaylarının modelleme etkinliklerindeki genel performansları betimlenmiştir. Çözüm sürecinin ayrıntılı analizi süreç değerlendirmesi kısmında verilecektir.

3.4.2 Süreç Değerlendirmesi

Veri analizi, nitel araştırmacılar için en fazla güçlük çekilen aşamalardan birisidir. Toplanan verilerin analizini yapılarak elde edilen bulguların yazılı bir rapor olarak sunulması bu konuda deneyimli araştırmacılar için bile kolay geçen bir süreç değildir (Yıldırım ve Şimşek, 2005).

Nitel verilerin analizi konusunda literatürde farklı kavramlar ve yaklaşımlar bulunmaktadır. Fakat bütün bu yaklaşımlardan öne çıkan nokta verilerin betimlenmesi ve kategorilerin ortaya çıkmasına verilen önemdir. Bununla birlikte araştırmacının yorumları ve ortaya çıkan kategorileri anlamlı bir şekilde

ilişkilendirilmesi de önemlidir. Her ne kadar farklı veri analiz yaklaşımları ortaya çıkarılsa da yapılan analiz derinliğine göre veri analizini “betimsel analiz” ve “içerik analizi” adlarında iki grupta inceleyebiliriz (Yıldırım ve Şimşek, 2005 Altunışık ve diğerleri, 2004). Betimsel analizde elde edilen veriler daha önceden belirlenen başlıklar altında özetlenir ve yorumlanır. Kısaca betimleme yapılıır. İçerik analizi ise bunun biraz daha ileri düzeye götürülmesi şeklindedir. Burada temel amaç, elde edilen verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmaktır. Bu sebeple önce veriler kavramsallaştırılır, daha sonra ortaya çıkan kavramlara göre mantıklı bir şekilde düzenlenir ve buna göre veriyi açıklayan kategoriler saptanır (Yıldırım ve Şimşek, 2005, s.227). İçerik analizinde temelde yapılan işlem, birbirine benzeyen verileri belirli kavramalar ve kategoriler çerçevesinde bir araya getirmek ve bunları okuyucunun anlayabileceği bir biçimde düzenleyerek yorumlamaktır. Yıldırım ve Şimşek’e (2005) göre nitel araştırmada içerik analizi dört aşamada analiz edilir. Bunlar:

- Verilerin kodlanması
- Kategorilerin bulunması
- Kodların ve kategorilerin düzenlenmesi
- Bulguların tanımlanması ve yorumlanmasıdır.

Bu çalışmada çözüm süreçlerinin değerlendirilmesinde kategori yöntemi kullanılmıştır. Çözüm sürecinin analizinde ölçek olarak literatürde Izard, Haines, Crouch, Houston ve Neill (2003) tarafından açıklanan ve üzerinde ölçme-değerlendirme çalışmaları yapılan matematiksel modelleme sürecinde aşamalar kategoriler olarak belirlenmiş ve her bir cevap bu ölçeğe göre değerlendirilerek öğrencilerin çözüm sürecinde yansıttıkları davranış dağılımları belirlenmiştir. Bu davranış dağılımlarına bakılarak öğrencilerin modelleme sürecinde başarılı ve başarısız oldukları aşamalar anlaşılmalı çalışılmış ve elde edilen bulgularla öğrencilerin modelleme becerileri modellenen testi sonuçları ile birlikte yorumlanmıştır.

Sürecin değerlendirilmesinde matematiksel modelleme sürecinde muhtemel aşamalar kategoriler olarak kullanılmıştır. Bulgular kısmında ayrıntılı açıklamaları verilecek olan bu kategoriler;

A: Problemi tanımlama

A1: Verilenleri belirleme ve sadeleştirme (making simplifying assumptions)

A2: Hedefi belirginleştirme (clarifying the goal)

A3: Problemi formülleştirme

B: Problem durumlarını matematiksel formül ve denklemlerle ifade etme ve çözme

B1: Değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme

B2: Matematiksel ifadeleri formülleştirme

B3: Bir matematiksel model seçme ve uygulama

C: Çözümü açıklamada sözel ifadeleri kullanma:

D: Çözümü açıklamak için grafik ve diagram gösterimlerinden yararlanma

E: Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme

Modelleme sürecindeki bu aşamalar Izard ve arkadaşları (a.g.e) tarafından bahsedilmiştir. Ancak bu aşamalara ilave olarak öğrencilerin çözüm süreçleri incelendiğinde “**C:** Çözümü açıklamada sözel ifadeleri kullanma” kategorisi ayrı bir kategori olarak ele alınması gerektiğine uzman görüşü alınarak karar verilmiştir. Her bir kategorinin ayrıntılı açıklaması bulgular ve yorumlar kısmında verilecektir.

Davranış dağılımlarını göstermek için aşağıdaki tablo formatı kullanılmıştır.

		A1	A2	A3	B1	B2	B3	C	D	E
Etkinlik1-1	Yok									
	Doğru									
	Eksik									

Şekil 13: Süreç Değerlendirme Formatı

Tablo üzerinde görülen

Yok: ilgili modelleme aşaması çözüm sürecinde gözlemlenmemiştir.

Doğru: ilgili modelleme aşamasının problem çözme sürecinde doğru ve eksiksiz olarak gözlemlenmiştir.

Eksik: ilgili modelleme aşamasının (becerisinin) problem çözme sürecinde kullanıldığı, fakat yanlış veya eksik olduğu anlamına gelmektedir.

3.5 GEÇERLİK VE GÜVENİRLİK

Nicel araştırmalarda bilimselliği belirleyen temel iki öge olan geçerlik ve güvenilirlik nitel araştırmalarda farklı anlamlarda yorumlanmaktadır. Nitel araştırmanın doğası gereği geçerlik ve güvenilirlik kavramları anlam ve alınacak önlemler bakımından nicel araştırmalardan farklılık arz etmektedir. Nicel araştırmalarda araştırmacıdan araştırma sorusuna uygun araştırma deseninin oluşturulması ve doğru istatistiksel yöntemler ve tanımlar kullanarak sonucu rapor etmesi beklenir. Nitel araştırmada ise toplanan verilerin ayrıntılı olarak rapor edilmesi ve araştırmacının sonuçlara nasıl ulaştığını ayrıntılı olarak açıklaması geçerlik ve güvenirliliğin önemli bir ölçütü kabul edilmektedir (Cohen ve diğerleri, 2000).

Lincoln ve Guba (1985) (Aktaran, Yıldırım ve Şimşek, 2006) nitel bir araştırmada iç geçerlik yerine “inandırıcılık”, dış geçerlik yerine “aktarılabirlik” kavramlarını, iç güvenilirlik yerine “tutarlılık” ve dış güvenilirlik(tekrrar edilebilirlik) yerine ise “teyit edilebilirlik” kavramlarını kullanmayı tercih etmektedirler.

Bu çalışmada veri toplama ve veri analizi yöntem ve metodu bakımından yorumlayıcı(nitel) araştırma özelliği taşımaktadır. Daha öncede bahsedildiği gibi bir evrene genelleme yapma gibi bir amacı yoktur. Dolayısı ile bu çalışmada geçerlik güvenilirlik kavramlarından nitel araştırmalardaki anlamları ile bahsedilecektir.

Öncelikle nicel araştırmada iç geçerlik anlamında kullanılan bu çalışmanın “inandırıcılık” özelliğinden bahsedelim. İnanırıcılığın sağlanması için kullanılan yöntemler uzun süreli etkileşim, derinlik odaklı veri toplama, uzman incelemesi ve katılımcı teyidi olarak aşağıdaki Tablo 5’te gösterilmektedir. Araştırmacı veri kaynakları (katılımcılar, dokümanlar) ile uzun süreli etkileşim halinde olmuştur. Dokümanların hazırlanması süreci 4 ay kadar sürmüş ve bu süreçte uzman

görüşlerine sıkça başvurulmuştur. Ayrıca çalışmanın son aşamasında katılımcılarla yapılan görüşmeler katılımcı teyidi niteliği de taşımaktadır.

Aktarılabirlik özelliğini sağlamak için ayrıntılı betimleme ve amaçlı örnekleme yöntemlerinden bahsedilmektedir. Çalışma öğretmen adaylarının modelleme becerilerini belirlemeye yönelik olduğu için belirli sayıda öğretmen adayından oluşan çalışma grubu amaçlı örnekleme yöntemiyle seçilmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan yöntemler ve veri toplama araçları sınırlılıklarıyla birlikte ayrıntılı bir şekilde açıklanmış, elde edilen bulguların nasıl elde edildiği ve yorumlandığı değerlendirme örnekleriyle gösterilmiştir.

Tablo 5

Geçerlik ve Güvenirlik Konusunda Nicel ve Nitel Araştırmada Kabul Gören Kavramların Karşılaştırılması

Ölçüt	Nicel Araştırma	Nitel Araştırma	Kullanılan Yöntemler
Araştırma sonuçları yoluyla gerçeğin doğru temsili	İç geçerlik	İnandırıcılık	Uzun süreli etkileşim Derinlik odaklı veri toplama Çeşitleme Uzman incelemesi Katılımcı teyidi
Sonuçların uygulanması	Dış geçerlik (genelleme)	Aktarılabirlik (Transfer edilebilirlik)	Ayrıntılı betimleme Amaçlı örnekleme
Tutarlılığı sağlama	İç güvenirlik	Tutarlılık	Tatarlılık incelemesi
Nesnel, yansız olma	Dış güvenirlik	Teyit edilebilirlik	Teyit incelemesi

Not: Erladson, Harris, Skipper ve Allen (1993) tarafından yapılmış olan bir çalışmadan Yıldırım ve Şimşek (2006) tarafından Türkçe'ye uyarlanmıştır.

Teyit edilebilirlik özelliği için, test sonucunda elde edilen bulgularla etkinlikler sürecinde elde edilen bulgular birlikte yorumlanmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmeler neticesinde elde edilen bulgular tekrar yorumlanmış ve

gözlemlenen tutarsızlıklardan da bahsedilmiştir. Araştırmanın son aşamasında öğretmen adayları ile süreç değerlendirmesine yönelik yapılan görüşmeler, elde edilen bulguların katılımcılar tarafından teyit edilmesi niteliği taşımaktadır. Bunun yanında veri analizleri araştırmacı ile birlikte üç uzman tarafından yapılarak veri analizinin güvenilirliği sağlanmıştır. Yine veri analizinden elde edilen yorumlar başka bir araştırmacıya sunularak yorumları alınarak tekrar düzenlenmiştir.

Yukarıdaki Tablo 4’te nicel araştırmalarda geçerlik güvenilirlik ile ilgili kavramların nitel araştırmalarda ne anlama geldiği gösterilmiştir. Bu çalışmanın geçerlik ve güvenilirliğini artırmaya yönelik elimizden geleni yapmaya çalıştığımızı belirterek bunun değerlendirmesini değerli okuyucuya bırakıyoruz.

IV. BULGULAR VE YORUMLAR

Bu bölümde bulgular dört ana başlık altında toplanarak yorumlanmıştır. Birinci başlık altında matematiksel modelleme testinin ön-test ve son-test sonuçları karşılaştırmalı olarak yorumlanmıştır. İkinci başlık altında matematiksel modelleme etkinliklerinde bireysel ve grup çalışmalarının performans değerlendirmeleri betimlenerek karşılaştırmalı olarak yorumlanacaktır. Üçüncü başlıkta ise matematiksel modelleme etkinliklerinde bireysel ve grup çalışmalarındaki çözüm süreçlerinin belirli kategori sistemine göre analiz sonuçları süreç analizi başlığı altında verilecek ve analiz sonuçları yine karşılaştırmalı olarak yorumlanacaktır. Dördüncü ve son başlık altında ise bütün bu süreç sonunda öğretmen adaylarının yaşadıkları zorlukları ve elde ettikleri kazanımları öğrencilerin kendi ifadeleriyle görebileceğimiz mülakat sonuçları verilecek ve yorumlanacaktır.

4.1 MATEMATİKSEL MODELLEME BECERİLERİNİN BELİRLENMESİ

Öğretmen adaylarının mevcut matematiksel modelleme becerileri, her biri bir modelleme becerisini(modelleme aşamasını) ölçmeye yönelik sorulardan oluşan modelleme testiyle değerlendirilmiştir. Çalışma ön-test ile başlayarak modelleme yaklaşımına uygun problem çözme etkinlikleriyle 3 hafta devam etmiş ve en son olarak son-test yapılmıştır.

Ön-test 10 sorudan oluşmuş ve 20 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Bunun yanında son-test ise 12 sorudan oluşmuş ve 24 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Son-test sorularının ön-testten iki fazla olması kullanılan testte modelleme sürecinin bazı aşamalarını ölçen birden fazla sorunun olmasındandır. Ancak aşağıda Tablo 5 incelendiğinde her iki testte tabloda verilen ve ilerleyen bölümlerde ayrıntılı açıklamaları ve örnekleri verilecek olan becerileri her biri bir veya iki soru ile ölçülmektedir.

Tablo 3; tekrar verilmiştir

Ön-test ve Son-test sorularının ölçmeyi hedefledikleri becerilere göre dağılımı

Modelleme Sürecindeki Aşamalar	Ön-testte bulunan soru numarası	Son-testte bulunan soru numarası
Verilenleri belirleme ve sadeleştirme	10. soru	1. ve 2. sorular
Hedefi belirginleştirme	4. ve 9. sorular	4.soru
Problemi formülleştirme	8. soru	5. ve 7. sorular
Değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme	6. ve 7. sorular	10. soru
Matematiksel ifadeleri formülleştirme	5.soru	9. ve 12. sorular
Bir matematiksel model seçme	2. soru	3. ve 6. sorular
Grafik gösterimleri kullanma	3. soru	8. soru
Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	1. soru	11. soru

4.1.1 Ön-test

Crouch ve arkadaşları tarafından 1991 yılından 2005 yılına kadar süren uzun çalışmalar sonucu hazırlanmış (Lingefjard, 2005) 22 sorudan oluşan ve ön-test son-test çalışmalarına uygun olarak hazırlanmış olan matematiksel modelleme testi iki kısma bölünerek ön-test soruları uygulamaya hazırlanmıştır. Ön-test daha öncede belirtildiği gibi her biri bir modelleme becerisini ölçmeye yönelik 10 sorudan oluşmaktadır (Bknz, Ek1). Teste 38 öğrenci katılmıştır.

Tablo 6 'de görüldüğü gibi 38 öğrencinin puan ortalaması 20 puan üzerinden 10,50 olarak bulunmuştur. En yüksek puan 19 ve en düşük puan 4 tür. Cevaplanma oranı en düşük soru 0,45 ortalamayla ikinci soru, cevaplanma oranı en yüksek olan soru ise 1,73 puan ortalamasıyla birinci soru olmuştur. Bu soruların hangi becerileri ölçmeye yönelik olduğu Tablo 5'e bakılarak incelenebilir.

Tablo 6

Ön-test sorularına verilen cevapların puan ortalamaları

Soru Numarası	Puan Ortalaması (2 puan üzerinden)	Standart Sapma
Soru 1	1,73	0,57
Soru 2	0,45	0,74
Soru 3	1,05	0,66
Soru 4	0,64	0,80
Soru 5	1,69	0,58
Soru 6	1,45	0,76
Soru 7	1,38	0,83
Soru 8	0,66	0,88
Soru 9	1,14	0,98
Soru 10	0,84	0,72
Genel Toplam Puan Ort.	10,50	2,74

Testin sonuçlarına göre öğretmen adaylarının ortalaması 20 puan üzerinden 10,5 olarak bulunmuştur. Birinci soru 1.73 puan ortalaması ile cevaplanma oranı en yüksek olan soru olmuştur. Birinci soru “gerçek hayat durumu ile kıyaslayarak kontrol etme” becerisini ölçmeye yönelik bir sorudur. Örneğin 2.soruda (Bknz, Ek1) gerçek hayattan bir durum için öğrencilerden en uygun matematiksel ifade, model seçmeleri istenmiş ve bu soru cevaplanma yüzdesi ve puan ortalaması en düşük olan soru olmuştur.

Aşağıdaki Tablo 7 incelendiğinde öğretmen adaylarının soruların tümüne toplamda %41 oranında doğru cevap, %23 oranında kısmen doğru, %31 oranında yanlış cevap verdikleri ve %5 oranında ise boş bıraktıkları gözlemlenmektedir. Öğretmen adaylarının en başarılı oldukları sorular 5. soru (%71), 1. soru (%69) ve 6. soru (%61) olmuştur. Öğretmen adaylarının doğru cevaplama oranı bakımından en başarısız oldukları sorular ise 2. soru (%11) ve 4. soru (%18) olmuştur. Örneğin öğrencilerin en başarısız olduğu 2. soru “bir matematiksel model seçme” becerisini

ölçmeye yönelik bir sorudur. Bu sonuca bakarak öğretmen adaylarının bu becerisinin oldukça zayıf olduğunu söyleyebiliriz.

Tablo 7

Ön test soruların cevaplanma yüzdeleri

Sorular	Doğru cevap		Kısmen doğru		Yanlış cevap		Cevap yok		Katılan Toplam Öğrenci Sayısı
	Kişi Sayısı	Yüzde (%)	Kişi Sayısı	Yüzde (%)	Kişi Sayısı	Yüzde (%)	Kişi Sayısı	Yüzde (%)	
Soru1	26	69	5	13	2	5	5	13	38
Soru2	4	11	5	13	20	52	9	24	38
Soru3	9	24	22	58	7	18	0	0	38
Soru4	7	18	9	24	20	53	2	5	38
Soru5	27	71	7	18	2	5	2	5	38
Soru6	23	61	9	24	6	16	0	0	38
Soru 7	22	58	7	18	8	21	1	3	38
Soru 8	10	26	5	13	23	61	0	0	38
Soru 9	20	53	2	5	15	39	1	3	38
Soru10	7	18	18	47	13	34	0	0	38
Toplam	155	41	89	23	116	31	20	5	380

Matematiksel modelleme ön test sonucu matematik öğretmen adaylarının mevcut durumu hakkında önemli ipuçları vermektedir. Buradan elde edilen bulgular, soruların doğru cevaplanma oranının %41 ve kısmen doğru, boş ya da yanlış cevap verilme yüzdesinin %59 olarak bulunması, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin ve matematiksel bilgilerini gerçek hayat durumlarını yorumlamada kullanabilme becerilerinin yeterince gelişmediğini ortaya koymaktadır.

4.1.2 Son-test

Crouch ve arkadaşları tarafından hazırlanan matematiksel modelleme testinin iki kısma bölüldüğü ve birinci kısmının ön-test çalışması için kullanıldığından bahsetmiştik. Testin kalan diğer kısmı ise modelleme etkinliklerinden sonra son-test çalışması için kullanılmıştır.

Tablo 8

Son-test sorularına verilen cevapların puan ortalamaları

Soru Numarası	Puan Ortalaması (2 puan üzerinden)	Standart Sapma
Soru 1	1,41	0,86
Soru 2	0,68	0,84
Soru 3	1,03	0,87
Soru 4	0,54	0,69
Soru 5	1,30	0,94
Soru 6	1,58	0,79
Soru 7	1,46	0,73
Soru 8	1,53	0,65
Soru 9	1,89	0,45
Soru 10	1,71	0,57
Soru 11	1,67	0,72
Soru 12	1,34	0,94
Genel Toplam Puan Ort.	15,61	2,95

Sınav sonucunda 38 öğrencinin puan ortalaması Tablo 8’de görüldüğü gibi 24 puan üzerinden 15,61 olarak bulunmuştur. Tablo 8 incelendiğinde puan ortalaması en düşük olan sorular 0,54 ile dördüncü soru ve 0,72 puan ortalaması ile ikinci soru olmuştur. Öğretmen adaylarının en başarılı oldukları sorular ise 1.89 ortalama ile dokuzuncu soru ve 1.69 ortalama ile onuncu ve 1,65 ortalama ile on birinci sorular olmuştur. Diğer sorularda ise ortalama bir puan almışlardır.

Tablo 9

Son-test soruların cevaplanma yüzdeleri

Sorular	Doğru cevap		Kısmen doğru		Yanlış cevap		Cevap yok		Katılan Toplam Öğrenci Sayısı
	Kişi Sayısı	Yüzde (%)	Kişi Sayısı	Yüzde (%)	Kişi Sayısı	Yüzde (%)	Kişi Sayısı	Yüzde (%)	
Soru 1	24	63	4	10	9	24	1	3	38
Soru 2	9	24	8	21	21	55	0	0	38
Soru 3	13	34	9	24	12	32	4	10	38
Soru 4	4	10	12	32	21	55	1	3	38
Soru 5	23	60	2	5	12	32	1	3	38
Soru 6	25	66	2	5	6	16	5	13	38
Soru 7	22	58	10	26	5	13	1	3	38
Soru 8	23	60	12	32	3	8	0	0	38
Soru 9	36	95	0	0	2	5	0	0	38
Soru10	29	76	7	19	2	5	0	0	38
Soru11	29	77	2	5	5	13	2	5	38
Soru12	25	66	1	3	12	31	0	0	38
Toplam	262	58	69	15	110	24	15	3	456

Tablo 9’da görüldüğü gibi öğretmen adaylarının soruların tümüne toplamda %58 oranında doğru cevap, %15 oranında kısmen doğru, %24 oranında yanlış cevap verdikleri ve %3 oranında ise boş bıraktıkları gözlemlenmektedir. Öğretmen adaylarının en başarılı oldukları sorular 9. soru (%95), 11. soru (%77) ve 10. soru (%76) olmuştur. Öğretmen adaylarının en başarısız oldukları sorular ise 4. soru (%10) ve 2. soru (%24) olmuştur. Bu soruların hangi becerilere yönelik olduğu Tablo 5’e bakılarak incelenebilir. Başarılı ve başarısız oldukları sorulara bakıldığında “matematiksel ifadeleri formülleştirme” becerisi ile ilgili olan soruların ön-test ve son-test puanları yüksek çıkmıştır. Bunun yanında “uygun matematiksel model seçme” becerisi ile ilgili olan soruların puanı ise ortalamanın altında çıkmıştır.

Aşağıdaki tablo 10 ön-test ve son testte bütün sorulara verilen doğru, kısmen doğru, yanlış cevap yüzdeleri ile boş bırakılma yüzdesi karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 10

Ön test- son test karşılaştırılması

	Doğru cevap yüzdesi	Kısmen doğru cevap yüzdesi	Yanlış cevap yüzdesi	Cevap yok yüzdesi	Puan ortalamaları/ Toplam Puan
Ön-test	%41	%23	%31	%5	10,5 /20
Son-test	%58	%15	%24	%3	15,67 /24

Ön-test ve son-test sonuçları genel olarak ele alındığında puan ortalaması bakımından bir artış gözlemlenmektedir. Ön-testte puan ortalaması bakımından başarı oranı %50 iken son-test sonuçlarında başarı oranı %65'e yükselmiştir. Ön testte doğru cevap yüzdesi %41 iken son testte bu oran %58' yükselmiştir. Ve yine ön testte yanlış cevap %31 iken son testte %24'e düşmüştür.

Şimdi modelleme aşamalarından her birini ölçmeye yönelik ön test ve son testteki paralel soruların (aynı modelleme becerilerini ölçen soruların puan ortalamaları bakımından) ortalamaları karşılaştırılacak ve öğretmen adaylarının hangi becerilerinde gelişmeler olduğu yorumlanmaya çalışılacaktır.

Aşağıda Tablo 11'de görüldüğü gibi ön-testte toplam 10 soru ve son-testte ise toplam 12 soru bulunmaktadır. Her iki testte aynı becerilerin ölçen soruların puan ortalamaları alınarak tabloya yerleştirilmiştir. Örneğin, birinci beceriyi ölçmeye yönelik ön-testteki 10. soruya karşılık (ortalaması 0,84), son-testte aynı beceriyi ölçen 1. ve 2. sorular bulunmaktadır ve bu iki sorunun aritmetik puan ortalaması 1,08 olarak bulunup tabloya yerleştirilmiştir.

Tablo 11

Ön-test, Son-test Karşılaştırması

Modelleme Sürecindeki Aşamalar	Ön-test sorular / puan ortalamaları	Son-test sorular / puan ortalamaları
1. Verilenleri belirleme ve sadeleştirme	10. soru 0,84	1. ve 2. sorular 1,08
2. Hedefi belirginleştirme	4. ve 9. sorular 0,89	4. soru 0,54
3. Problemi formülleştirme	8. soru 0,66	5. ve 7. sorular 1,36
4. Değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme	6. ve 7. sorular 1,41	10. soru 1,71
5. Matematiksel ifadeleri formülleştirme	5. soru 1,69	9. ve 12. sorular 1,61
6. Bir matematiksel model seçme	2. soru 0,45	3. ve 6. sorular 1,31
7. Grafik gösterimleri kullanma	3. soru 1,05	8. soru 1,53
8. Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	1. soru 1,73	11. soru 1,67
TOPLAM	10 soru 1,05	12 soru 1,57

Puan ortalamaları bakımından ön-test ve son-test incelendiğinde sadece ikinci beceriyi ölçen soruların puan ortalamasında bir düşüş gözlemlenmektedir. Diğer becerileri ölçen soruların puan ortalaması sabit kalmış veya artmıştır. En önemli artış 3. ve 6. becerileri ölçen soruların puan ortalamalarında olmuştur. Üçüncü beceriyi (Problemi formülleştirme) ölçen soruların ön-test puan ortalaması 0,66 iken son-test puan ortalaması 1,36 olmuştur. Yine tabloda belirtilen altıncı beceriyi ölçen soruların ön- test puan ortalaması 0,45 iken son-test puan ortalaması 1,31 olmuştur.

Aynı öğrencilerin iki farklı zamanda paralel sorulardan oluşan iki farklı testte verdikleri cevaplar arasındaki farklılığı belirlemek için eşleştirilmiş T-testi (Altunışık ve diğerleri, 2004) yapılmıştır. Bundan elde edilen sonuçlar Tablo 12 de verilmiştir.

Bu tablo Tablo 11 de gösterilen sonuçların farklı perspektiften bir yorumudur. Buna göre:

Tablo 12

Ön-test ve Son-test karşılaştırması ile ilgili Eşleştirilmiş t-Testi

Ön test- Son test soru numarası	Ortalama	Std sapma	Eşleştirilmiş Farklılık			t	s.d.	p
			Std. hata ortalama sı	%95 güven aralığı değişimi				
				Alt	Üst			
ön1 – Sn11	-0,09	0,89	0,16	-0,42	0,23	-0,59	32	0,557
ön3 – Sn8	-0,51	0,76	0,13	-0,78	-0,25	-3,92	32	0,000
ön2 – Sn3	-0,65	1,07	0,19	-1,04	-0,27	-3,48	32	0,002
ön2 – Sn6	-1,03	1,00	0,18	-1,39	-0,67	-5,84	32	0,000
ön5 – Sn9	-0,27	0,72	0,13	-0,53	-0,02	-2,18	32	0,037
ön5 – Sn12	0,36	0,93	0,16	0,03	0,69	2,25	32	0,032
ön6 – Sn10	-0,30	0,81	0,14	-0,59	-0,02	-2,15	32	0,039
ön7 – Sn10	-0,30	0,92	0,16	-0,63	0,02	-1,90	32	0,067
ön8 – Sn5	-0,57	1,46	0,25	-1,09	-0,06	-2,27	32	0,030
ön8 – Sn7	-0,81	1,24	0,22	-1,26	-0,38	-3,80	32	0,001
ön4 – Sn4	0,03	1,07	0,19	-0,35	0,41	0,16	32	0,872
ön9 – Sn4	0,60	1,22	0,21	0,17	1,04	2,85	32	0,008
ön10 – Sn1	-0,48	1,18	0,20	-0,90	-0,07	-2,37	32	0,024
ön10 – Sn2	0,09	1,21	0,21	-0,34	0,52	0,43	32	0,669
Toplam Öntest- sontest	-0,24	0,32	0,06	-0,36	-0,13	-4,28	32	0,000

- Ön-test ve son-testte bulunan, aynı becerileri ölçen sorular karşılaştırıldığında soruların çoğunluğunda (ön2-Sn6, Ön2-Son3, Ön3-Son8, Ön8-Sn7) anlamlı bir farklılık gözlemlenmektedir.
- Yine toplam puan olarak bakıldığında ön-test, son test arasında anlamlı bir farklılık çıkmıştır.

Sınıf ortamında yapılan ve üç hafta devam eden matematiksel modelleme etkinliklerinde öğrencilerin bireysel ve grup çalışmalarındaki performansları ve çözüm süreçlerinin ayrıntılı incelenmesi yapılmıştır. Daha sonra ön-test ve son-test

sonuçları tekrar yorumlanmış ve bu etkinlikler sürecinde öğretmen adayların matematiği gerçek hayatta kullanabilme becerileri ve matematiksel modelleme yapabilme becerilerindeki gelişmeler devam eden etkinlikler sürecinde incelenmiştir.

4.2 ETKİNLİKLER

Matematiksel modelleme etkinlikleri modelleme testiyle elde edilen verileri daha iyi anlamak yorumlamak için öğrencilerin çözüm süreçlerinin de gözlemlenebileceği modelleme yaklaşımına uygun problemlerle üç haftada üç etkinlik yapılmıştır.

Tablo 13

Etkinliklerde Bireysel Çalışmaların Performans Değerlendirmesi

Etkinlikler	Sorular	Doğru cevap		Kısmen doğru		Yanlış cevap		Cevap yok		Katılan Toplam Öğrenci Sayısı
		Kişi Sayısı	Yüzde (%)	Kişi Sayısı	Yüzde (%)	Kişi Sayısı	Yüzde (%)	Kişi Sayısı	Yüzde (%)	
Etkinlik 1	Soru 1	12	36	16	49	5	15	0	0	33
	Soru 2	0	0	10	30	22	67	1	3	33
	Soru 3	20	61	0	0	11	33	2	6	33
Etkinlik 2	Soru 1	0	0	20	57	12	34	3	9	35
	Soru 2	3	9	12	34	20	57	0	0	35
Etkinlik 3	Soru 1	1	3	15	45	5	2	12	36	33
	Soru 2	2	6	12	36	2	6	17	51	33
Toplam		38	16	85	36	77	33	35	15	235

Çözümler önce “doğru”, “kısmen doğru”, “yanlış” ve “boş” kategori sistemine göre değerlendirilmiş ve daha sonrada çözüm sürecinde gösterdikleri davranış dağılımları ayrıntılı olarak incelenerek süreç analizi yapılmış ve Tablo 13’te genel durum betimlenmiştir. Tablo 13’te görüldüğü gibi 7 modelleme yaklaşımına uygun problemlerden oluşan etkinliklerde bireysel çalışmalarda doğru cevaplanma oranı toplamda %16, kısmen doğru cevaplanma oranı %36, yanlış cevaplanma oranı %33 ve “cevap yok” oranı ise %15 olarak gözlemlenmektedir. Ayrıca doğru cevaplanma

oranı en düşük olan soru %0 ile birinci etkinlikteki ikinci soru ve ikinci etkinlikteki birinci soru olmuştur. Doğru cevaplanma oranı en yüksek olan soru ise %61 ile birinci etkinlikteki 3. soru olmuştur.

Yukarıdaki Tablo 13'te görüldüğü gibi örneğin 3.etkinlikteki 1.soru için bireysel çözümlerde sadece bir doğru cevap bulunup, 12 öğrenci tarafından hiç cevaplanmamışken grup çalışması sonucunda 3 grup doğru, 4 grup kısmen doğru ve sadece 1 grup yanlış cevaplamıştır (Bakınız, Tablo 14). Diğer etkinliklerde incelendiğinde aynı durum göze çarpmaktadır. Bu sonuç modelleme yaklaşımına uygun problem çözme etkinliklerinde grup çalışmasının önemini ortaya koymaktadır.

Tablo 14

Etkinliklerde Grup Çalışmalarının Performans Değerlendirmesi

Etkinlikler	Sorular	Doğru cevap		Kısmen doğru		Yanlış cevap		Cevap yok		Toplam Grup Sayısı
		Grup Sayısı	Yüzde (%)	Grup Sayısı	Yüzde (%)	Grup Sayısı	Yüzde (%)	Grup Sayısı	Yüzde (%)	
Etkinlik 1	Soru 1	5	62.5	2	25	1	12,5	0	0	8
	Soru 2	0	0	5	62,5	3	37,5	0	0	8
	Soru 3	8	100	0	0	0	0	0	0	8
Etkinlik 2	Soru 1	1	11	7	78	1	11	0	0	9
	Soru 2	3	33	6	67	0	0	0	0	9
Etkinlik 3	Soru 1	3	37.5	4	50	1	12.5	0	0	8
	Soru 2	5	62.5	3	37.5	0	0	0	0	8
Toplam		25	43	27	47	6	10	0	0	58

Tablo 13 ve Tablo 14'te görüldüğü gibi doğru cevaplanma oranı en yüksek olan 1.etkinlikteki 3. soru (Bakınız, Ek2) geleneksel problem çözme etkinliklerine uygun tarzda seçilmiş bir soru olmasına karşın, aynı bağlamı ifade eden, aynı problemin modelleme yaklaşımına uygun olarak sorulduğu 2.etkinlik 1. soru doğru cevaplanma oranı en düşük olan soru olmuştur.

Yukarıdaki Tablo 13 ve Tablo 14 incelendiğinde grup çalışmasının modelleme etkinliklerindeki verimliliğini ortaya koymaktadır. Örneğin; 1. soru için incelendiğinde grup1, grup2 ve grup3 te bulunan öğrenciler bireysel olarak bu soruyu cevaplayamamışlar, eksik cevaplamışlar veya yanlış cevaplamış olmalarına karşın grup çalışmasında doğru çözüme ulaştıkları gözlemlenmektedir.

Aşağıda Tablo 15'te etkinliklerdeki her bir problemde bireysel ve grup çalışmasında “doğru cevap”, “kısmen doğru cevap”, “yanlış cevap” ve “cevap yok” kategorilerinin yüzdelik olarak karşılaştırılması verilmiştir. Tablo 15 öğrencilerin önce bireysel olarak çalıştıkları problemleri, grup çalışması ve tartışması ile çözdüklerinde nasıl bir durum ortaya çıktığını ortaya koymaktadır.

Tablo 15

Bireysel ve Grup Çalışmalarının Performans Karşılaştırılması

Etkinlik	Sorular	Doğru cevap		Kısmen doğru		Yanlış cevap		Cevap yok	
		Bireysel Çalışma (%)	Grup Çalışması (%)	Bireysel Çalışma (%)	Grup Çalışması (%)	Bireysel Çalışma (%)	Grup Çalışması (%)	Bireysel Çalışma (%)	Grup Çalışması (%)
Etkinlik 1	Soru 1	36	62.5	49	25	15	12,5	0	0
	Soru 2	0	0	30	62,5	67	37,5	3	0
	Soru 3	61	100	0	0	33	0	6	0
Etkinlik 2	Soru 1	0	11	57	78	34	11	9	0
	Soru 2	9	33	34	67	57	0	0	0
Etkinlik 3	Soru 1	3	37.5	45	50	2	12.5	36	0
	Soru 2	6	62.5	36	37.5	6	0	51	0
Toplam		16	43	36	47	33	10	15	0

Bütün sorularda doğru cevaplanma oranı bireysel çalışmada %16 iken grup çalışmasında bütün soruların doğru cevaplanma oranı %43 olmuştur. Kısmen doğru cevaplanma oranı bireysel çalışmada % 35 iken grup çalışmasında %47 olmuştur.

Yanlış cevaplanma oranı bireysel çalışmada %34 iken grup çalışmasında %10' a düşmüştür. Ayrıca bireysel çalışmada boş bırakma %15 iken grup çalışmasında boş bırakılan (cevaplanmayan) soru olmamıştır.

Ayrıca grup çalışmasında bireysel çalışmaya oranla daha başarılı sonuçların ortaya çıkması, temeli Vygotsky'nin (1978) sosyal öğrenme teorisine dayanan grup çalışmalarının sosyal bir öğrenme ortamı oluşturma açısından eğitimde kullanılmasını savunan yaklaşımları desteklemektedir.

4.3 SÜREÇ ANALİZİ

Bu kısımda performans değerlendirmesinin ötesinde, öğrencilerin problem çözme sürecinde gözlemlenen çözümü ifade etme tercihleri matematiksel modelleme sürecindeki aşamalar göz önüne alınarak incelenecektir. Bu analiz öğrencilerin modelleme sürecinde hangi aşamaları en çok kullandığı, hangilerinde başarılı ve hangilerinde başarısız olduğu gibi sonuçlar elde etmeyi amaçlamaktadır. Burada etkinliklerde sorulan bazı sorulara ilişkin öğrencilerin çözüm süreçlerinden bazı örnekler gösterilecek ve daha sonra belirli bir kategori sistemine göre çözüm süreçlerinin genel bir değerlendirmesi yapılacaktır.

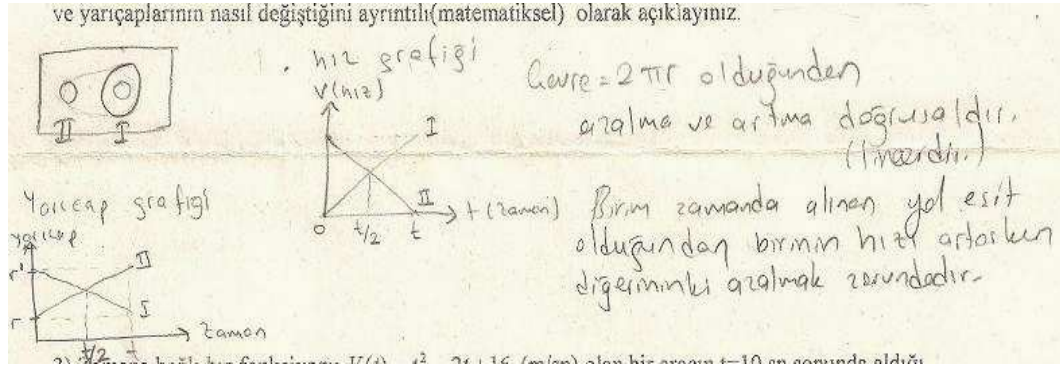
4.3.1 Bazı Cevap Örnekleri

Bu kısımda performans değerlendirmesi kısmında tablolar üzerinde betimlenmiş olan bulgulara ilişkin öğrencilerin bireysel ve grup çalışmalarından örnekler değerlendirmeleriyle birlikte verilecektir.

4.3.1.1 Etkinlik 1, 2.Soruya İlişkin Bulgular

Bu problem kesin doğru cevabının basit matematiksel ifadelerle bulunması mümkün olmayan iyi tanımlanmamış bir problemdir (Bakınız, Ek3). Bu problemde öğretmen

adaylarının gerçek hayat durumunu ifade edebilmek için kullandıkları yöntemler matematiksel düşünme becerilerini ve bu düşünme sürecinde kullandıkları araçların gözlemlenmesi açısından önemlidir.



Şekil 14: 7.Grubun Cevabı

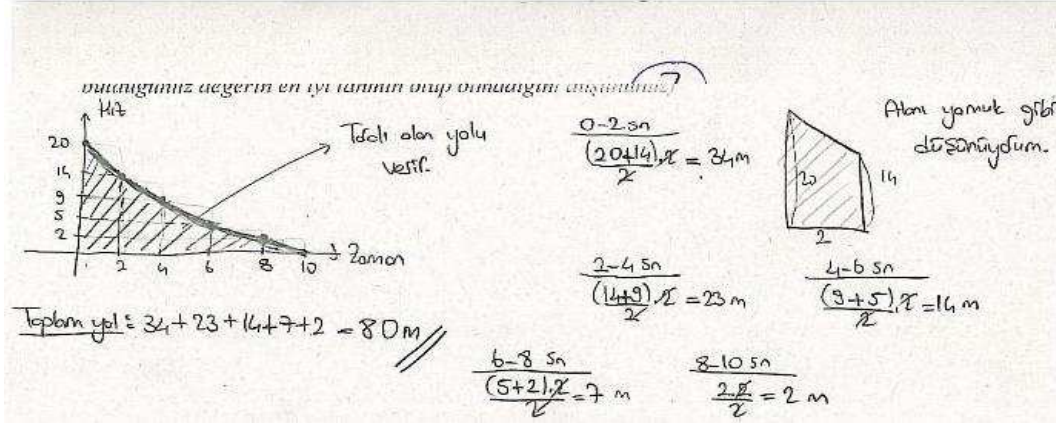
Grup çalışması sonucunda öğrencilerin ulaştıkları cevap Şekil 14'te görüldüğü gibidir. Bu soruda öğretmen adayları kasetin her iki yüzeyi için yarıçap ve hız değişiminin lineer olduğunu düşünmüşler ve lineer bir değişimle göstermişlerdir. Burada öğretmen adaylarının gerçek hayatta gözlemledikleri bir durumu matematiksel olarak ifade etmede güçlük çektikleri gözlemlenmektedir. Çünkü kullandıkları matematiksel temsiller ifade etmeye çalıştıkları durumu karşılamamaktadır.

Yine bazı bireysel çalışmalarda ve grup çalışmalarında sözel açıklamalarına bakıldığında *artarak azalma* ve *azalarak artma* gibi lineer olmayan matematiksel düşünme süreçleri gözlemlenmesine rağmen bunu matematik diline aktarıırken seçtikleri temsil ve modeller yukarıdaki çözüm örneğinde olduğu gibi lineer olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum formel olmayan matematiksel düşünceden formel matematiksel düşünmeye geçişte öğrencilerin problem yaşadıklarını göstermektedir.

4.3.1.2 Etkinlik 2, 1.Soruya İlişkin Bulgular

Bu problem belirli zaman dilimlerinde hız değerleri verilmiş bir aracın kayıt sürecinde aldığı yolun en iyi tahmin etmeye yönelik bir sorudur. Bu soruda

öğrencilerin öncelikle tabloda verilen değerleri kullanarak bir fonksiyon oluşturmaları ve bu fonksiyonu kullanarak integral yardımıyla en iyi çözüme ulaşmaları beklenmektedir.



Şekil 15: 3 Numaralı Öğrencinin Cevabı

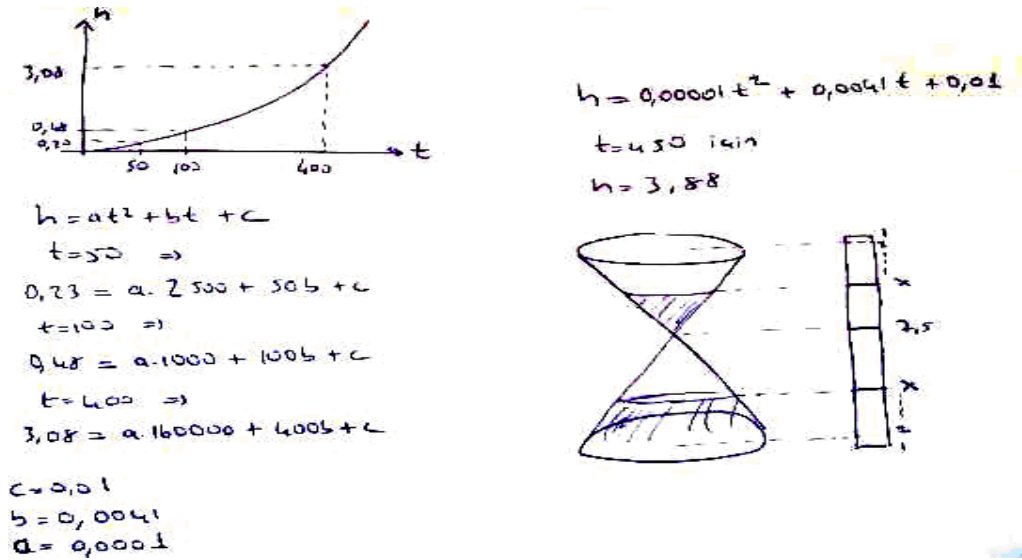
Şekil 15'te 3 numaralı öğrenciye ait çözüm görülmektedir. Öğrencinin çizdiği şekil ve çözüm sürecine bakıldığında, soruda aracın monoton azalan bir hızla hareketini devam ettirdiği belirtilmesine rağmen 2'şer saniyelik her bir zaman aralığında aracın hızının düzgün bir şekilde azaldığını düşünmektedir. Ve her bir zaman aralığı için oluşan yamuk alanlarının hesabını yaparak toplam yolu bulmuştur.

Bu öğrenciyle yapılan görüşmede yapılabilecek en iyi tahminin bu olabileceğini ifade etmiştir ve görüşme sürecinde tabloda verilen değerlerle bir fonksiyon yazılması gerektiğinden ve elde edilen fonksiyonun integrali alınarak elde edilecek cevabın doğruya en yakın cevabı vereceğinden hiç bahsetmemiştir. İlerleyen kısımlarda Şekil 5'te görüldüğü gibi bazı öğrenciler ise integral almanın en uygun yol olduğunu fakat bir fonksiyon elde etmenin imkânsız olduğunu düşündüklerinden dolayı soruyu yamuk alanları toplamı şeklinde çözmüşlerdir. Bu problem için 38 kişilik grubun %60'a yakınının cevabı bu şekilde olmuştur. Geri kalan kısmı ise tamamen yanlış yapmışlar veya boş bırakmışlardır. Grup çalışmalarında ise 9 gruptan sadece bir grup tablodaki değerleri kullanarak bir fonksiyon yazmış ve fonksiyonun integralini alarak doğru cevaba ulaşmıştır (Bakınız, Tablo 14).

Burada gerçek hayattan bir durumu ifade etmek için uygun matematiksel model seçme becerilerinin eksik olması ve kullanılan matematiksel gösterim ve temsillerin (örneğin grafik) gerçek hayat durumunu karşılamadığı yorumu yapılabilir.

4.3.1.3 Etkinlik 3, 1.Soruya İlişkin Bulgular

Bu problem daha önce belirtildiği gibi birçok matematiksel düşünme becerisini içerisinde bulunduran bir sorudur (Bakınız, Ek3). Bu sorunun çözümü için öğrencilerden öncelikle tabloda verilen değerleri kullanarak bir fonksiyon oluşturmaları beklenmektedir. Daha sonra elde ettikleri fonksiyon yardımıyla zamana bağlı olarak yüksekliklerin nasıl değiştiğini şekil veya grafik üzerinde göstermeleri gerekmektedir. Bunun yanında kum saatinin her iki tarafı için düşünceleri gerekmektedir



Şekil 16: 2.Grubun Çözümü

Şekil 16'da görüldüğü gibi grup üyeleri önce tabloda verilen değerleri kullanarak zamana bağlı koninin alt kısmına ait yükseklik fonksiyonunu bulmuşlardır. Daha sonra bu fonksiyona göre kendilerinden istenen ölçeği elde etmişlerdir. Fakat burada göz önünde bulundurulması gereken bireysel çalışmalarda bu sorunun sadece 1

öğrenci tarafından doğru cevaplanmış olduğu ve grup çalışmalarında ise 3 grup tarafından doğru cevaplanmış olduğudur. Öğrenciler daha önceki sorularda olduğu gibi verilen değerleri kullanarak fonksiyon oluşturma noktasında sıkıntı yaşamışlardır.

Bu kısımda öğrencilerin bireysel ve grup çalışmalarından bazı örnekler vermeye çalıştık. Bundan sonraki bölümde öğrencilerin çözüm süreçleri kategori sistemiyle değerlendirilecek ve öğrencilerin modelleme sürecinde başarılı ve başarısız oldukları aşamalar belirlenmeye çalışılacaktır.

4.3.2 Kategoriler

Çözüm sürecinin analizinde ölçek olarak literatürde Izard, Haines, Crouch, Houston ve Neill (2003) tarafından açıklanan ve üzerinde ölçme-değerlendirme çalışmaları yapılan matematiksel modelleme sürecinde aşamalar kategoriler olarak belirlenmiş ve her bir cevap bu ölçeğe göre değerlendirilerek öğrencilerin çözüm sürecinde yansıttıkları davranış dağılımları incelenmiştir.

Bu davranış dağılımlarına bakılarak öğrencilerin modelleme sürecinde başarılı ve başarısız oldukları aşamalar anlaşılmaya çalışılmış ve elde edilen bulgularla öğrencilerin modelleme becerileri yorumlanmıştır. Sürecin değerlendirilmesinde matematiksel modelleme sürecinde muhtemel aşamalar kategoriler olarak kullanılmıştır. Bu kategoriler;

Modelleme sürecindeki bu aşamalar Izard ve arkadaşları (a.g.e) tarafından bahsedilmiştir. Ancak bu aşamalara ilave olarak öğrencilerin çözüm süreçleri incelendiğinde “C: Çözümü açıklamada sözel ifadeleri kullanma” kategorisi ayrı bir kategori olarak ele alınması gerektiğine uzman görüşü alınarak karar verilmiştir.

Tablo 16

Kategoriler ve açıklamaları

Kodlama	Modelleme Becerilerinin İsimleri ve Açıklamalar
	<i>Verilenleri belirleme ve sadeleştirme (making simplifying assumptions)</i>
A1	Bir problem çözme sürecinde göz önüne alınabilecek bütün varsayımlardan çözüm sürecinde göz önünde bulundurulacak olan en önemlilerini belirleme ve çözüm sürecine katkıda bulunmayacak olan varsayımları göz ardı etme. Problem durumunu sadeleştirerek (şema vs. kullanarak) daha anlaşılır hale getirme
	<i>Hedefi belirginleştirme (clarifying the goal)</i>
A2	Bir problem durumu için düşünülebilecek birçok varsayımdan problem durumunun çözümü hedeflenen kısmı ile ilgili olan varsayımı seçerek hedefi belirginleştirme.
	<i>Problemi formülleştirme</i>
A3	Bir probleme çözüm üretmek için problemi alt problemlere ayırma veya probleme farklı açılardan yaklaşım getirilebilecek şekilde problemle ilgili farklı alt problemler oluşturma
	<i>Değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme</i>
B1	Bir gerçek hayat durumunun matematiksel modelini çıkarmak veya bu probleme bir çözüm bulmak için göz önüne alınması gereken değişkenleri, sabitleri ve parametreleri belirleme
	<i>Matematiksel ifadeleri formülleştirme</i>
B2	Problem durumu içerisinde sözel olarak belirtilen matematiksel ifadelerin cebirsel olarak ifade edilmesi ve cebirsel hesaplamaların yapılması. Örneğin "her birinde n tane ürün olan m müşteri için" ifadesinde toplam ürün sayısını veren $n \times m$ cebirsel ifadesini yazma ve sonucu bulma
	<i>Bir matematiksel model seçme ve uygulama</i>
B3	Değişkenler, parametreler ve sabitler belirlendikten sonra üzerinde çalışılan problem durumunu ifade edebilecek en uygun matematiksel ifadeyi, fonksiyonu seçme ve bu ifade ile problemin çözümüne ulaşma
	<i>Çözümü açıklamada sözel ifadeleri kullanma</i>
C	Problem durumunu anlama ve çözüm sürecinde matematiksel ifadelerin yanı sıra sözel açıklamalardan yararlanma
	<i>Çözümü açıklamak için grafik ve diagram gösterimlerinden yararlanma</i>
D	Problemin çözümünde grafik ve diagram gösterimlerden yararlanma
	<i>Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme</i>
E	Bulunan çözümün doğruluğunu, yanlışlığını ya da en uygun olup olmadığını gerçek hayat durumu üzerinde test etme ve bunun sonucunda çözüm sürecini tekrar gözden geçirme.

4.3.1.1 Kategorilerin Çözüm Sürecinde Değerlendirilmesi

Tablo 17 ve Tablo 18 üzerinde görülen

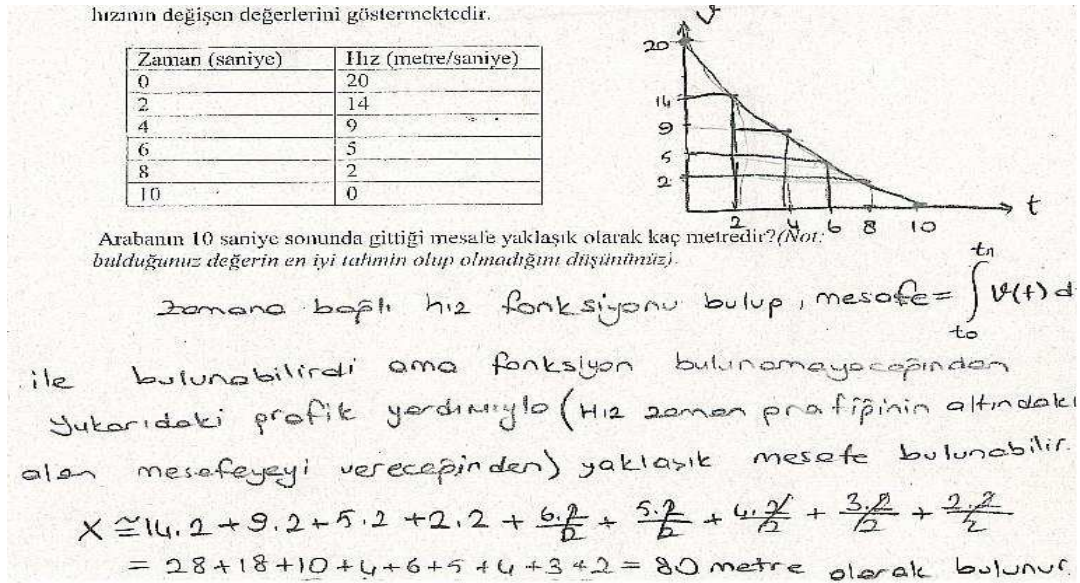
Yok: ilgili modelleme aşması çözüm sürecinde gözlemlenmemiştir.

Doğru: ilgili modelleme aşamasının problem çözme sürecinde doğru ve eksiksiz olarak gözlemlenmiştir.

Eksik: ilgili modelleme aşamasının (becerisinin) problem çözme sürecinde kullanıldığı, fakat yanlış veya eksik olduğu anlamına gelmektedir.

4.3.2 Değerlendirme Örnekleri

Bu kısımda etkinliklerde bulunan iki soruya verilen cevaplar üzerinden, bireysel ve grup çalışmalarında problem çözüm süreçlerinde gözlemlenen davranış dağılımlarının nasıl değerlendirildiği örnek olarak gösterilecektir.



Şekil 17: 4 Numaralı Öğrencinin Etkinlik2-1 İçin Çözümü

Şekil 17'de 4 numaralı öğrenciye ait çözüm görülmektedir. Genel olarak bakıldığında öğrencinin tabloda verilen değerleri daha kolay yorumlayabileceği bir grafik üzerine aktardığı görülmektedir. Problemin çözümü için öğrenci hangi matematiksel işlemleri kullanması gerektiğini bilmekte fakat işlemler sırasında kullanacağı matematiksel modelleri elde etmede zorluk yaşadığını kendi ifadeleriyle

belirtmektedir. Grafik üzerine aktardığı verileri kullanarak bir fonksiyon oluşturması gerektiğini bilmekte ve bunu yapamayacağını ve bir fonksiyon bulmanın imkânsız olduğunu belirtmektedir. Öğrencide var olan bu inanç, onun çözüm sürecini etkilemiştir. Burada öğrencinin bir fonksiyon bulma çabası bile göstermemesi ve hatta fonksiyon yazmanın imkânsız olduğunu belirtmesi geleneksel problem çözme alışkanlığının bir sonucu şeklinde yorumlanabilir.

Önceki paragrafta çözümün genel bir değerlendirmesi yapılmıştır. Şimdi bu cevabın değerlendirmesi daha önce bahsedilen kategorilere göre bütün çözümlerin değerlendirmesinin nasıl yapıldığını gösteren örnek bir uygulama olarak verilecektir. Şekil 5’te görülen öğrencinin çözümünün değerlendirilmesi aşağıdaki gibi olmuştur:

A1: Tablo üzerinde verilen değerleri grafik üzerine aktararak problemi kendi açısından daha anlaşılır hale getirdiği için çözüm sürecinde öğrencinin bu becerisini yansıttığı şeklinde, yani “**doğru**” olarak değerlendirilmiştir.

A2: Problemin çözümü için öğrencinin bu çözüm sürecinde herhangi bir hedef belirginleştirme davranışı gözlemlenmediğinden “**yok**” olarak değerlendirilmiştir.

A3: Yine problemin çözümü için problemi alt problemlerine ayırma becerisi öğrencinin çözüm sürecinde gözlemlenemediği için “**yok**” kategorisinde değerlendirilmiştir.

B1: Öğrenci çözüm sürecinde “hız zaman grafiğinin altında kalan alan yolu verir” ifadesi ve oluşturduğu tablo Tabloda verilen değerler kullanılarak elde edilecek fonksiyon problemin çözümü için önemli bir adım olduğu için ve çözüm sürecinde bu beceri gözlemlenemediği için bu beceri çözüm sürecinde ortaya çıkmış ancak “**eksik**” olarak değerlendirilmiştir.

B2: Öğrenci problemde en yakın çözüme tercih ettiği model üzerinde verilen sabitleri kullanarak ulaşmıştır. Verilen matematiksel ifadeleri kendi seçtiği model üzerinde doğru kullandığı için bu beceri “**doğru**” olarak değerlendirilmiştir.

B3: Problemin çözümü için öğrencinin kullandığı, her bir zaman aralığında hız-zaman grafiğinde oluşan yamuk alanları toplamı, problemin çözümü için en uygun model olmadığı için bu çözüm sürecinde bu beceri “**eksik**” olarak değerlendirilmiştir.

C: Yapılan sözel açıklamada hız denkleminin bulunup, gidilen mesafenin integralden hesaplanması gerektiği açıklaması doğru olduğundan bu beceri “**doğru**” olarak değerlendirilmiştir.

D: Öğrenci çözüm sürecinde parabolik olmayan grafik çizip kullandığı için bu beceri bu çözüm sürecinde gözlemlenmekle birlikte “**eksik**” olarak değerlendirilmiştir.

E: **Şekil 1**'de gözlemlenebileceği gibi bulunan sonucun doğru olup olmadığı ile ilgili bir beceri çözüm sürecinde yansıtılmadığından “**yok**” olarak değerlendirilmiştir.

Her bir soru yukarıdaki örnekte görüldüğü gibi değerlendirilmiştir. Değerlendirmenin güvenilirliğini sağlamak için araştırmacı ile birlikte 1 uzman tarafından da değerlendirilmiştir. Ve daha sonra değerlendirme sonuçları arasındaki tutarlılık incelemesi yapıldıktan ve bazı çözümlerin değerlendirmesi birlikte tartışılarak değerlendirme tamamlanmıştır.

Tablo 17
Bireysel Çözüm Süreçlerinde Gözlemlenen Davranış Dağılımları

Etkinlik- Problem No	Davranış niteliği	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C	D	E									
		Etkinlik 1-1	Yok	14	33	33	7	6	5	32	6	33							
	Doğru	17	0	0	20	25	22	1	13	0									
	Eksik	2	0	0	6	2	6	0	14	0									
Etkinlik 1-2	Yok	7	33	33	28	31	24	11	20	33									
	Doğru	16	0	0	5	0	0	4	2	0									
	Eksik	10	0	0	0	2	9	17	11	0									
Etkinlik 1-3	Yok	32	33	33	33	3	2	33	23	33									
	Doğru	1	0	0	0	24	20	0	3	0									
	Eksik	0	0	0	0	6	11	0	7	0									
Etkinlik 2-1	Yok	9	35	35	32	11	9	30	10	35									
	Doğru	25	0	0	1	20	0	3	1	0									
	Eksik	1	0	0	2	4	26	2	24	0									
Etkinlik 2-2	Yok	29	35	35	12	7	2	33	5	35									
	Doğru	5	0	0	8	25	2	0	12	0									
	Eksik	1	0	0	15	3	31	2	18	0									
Etkinlik 3-1	Yok	17	33	32	28	7	29	26	20	33									
	Doğru	16	0	1	3	24	1	4	1	0									
	Eksik	0	0	0	2	2	3	3	12	0									
Etkinlik 3-2	Yok	16	33	33	22	33	30	25	22	33									
	Doğru	17	0	0	2	0	2	3	7	0									
	Eksik	0	0	0	9	0	1	5	4	0									
TÜM ETKİNLİKLER	Davranış niteliği	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C	D	E									
		%	S	%	S	%	S	%	S	%									
	Yok	124	53	235	100	234	100	162	69	98	42	101	43	190	81	106	45	235	100
	Doğru	97	41	0	0	1	0	39	17	118	50	47	20	15	6	39	17	0	0
Yanlış	14	6	0	0	0	0	34	14	19	8	87	37	29	12	90	38	0	0	

Tablo 17 de görüldüğü gibi çözüm süreçlerinde A2, A3 ve E aşamaları hiç gözlemlenmemiştir. B2 aşaması öğretmen adaylarının en başarılı oldukları aşama olarak göze çarpmaktadır.

Tablo 18
Grup Çalışmalarındaki Çözüm Sürecinde Gözlemlenen Davranış Dağılımları

Etkinlik- Problem No	Davranış niteliği	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C	D	E									
		Etkinlik 1-1	Yok	4	8	8	0	0	0	8	1	8							
	Doğru	4	0	0	8	8	6	0	3	0									
	Eksik	0	0	0	0	0	2	0	4	0									
Etkinlik1 -2	Yok	0	8	8	6	7	3	4	2	8									
	Doğru	3	0	0	2	1	1	3	3	0									
	Eksik	5	0	0	0	0	4	1	3	0									
Etkinlik 1-3	Yok	7	8	8	8	0	0	8	3	8									
	Doğru	1	0	0	0	8	8	0	5	0									
	Eksik	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
Etkinlik 2-1	Yok	1	9	9	5	0	0	7	2	8									
	Doğru	8	0	0	4	7	1	2	3	1									
	Eksik	0	0	0	0	2	8	0	4	0									
Etkinlik 2-2	Yok	7	9	9	0	0	0	9	0	0									
	Doğru	2	0	0	6	9	3	0	9	0									
	Eksik	0	0	0	3	0	6	0	0	0									
Etkinlik 3-1	Yok	0	8	8	4	0	3	7	0	6									
	Doğru	8	0	0	4	8	3	1	4	2									
	Eksik	0	0	0	0	0	2	0	4	0									
Etkinlik3 -2	Yok	1	8	8	2	8	3	6	1	8									
	Doğru	7	0	0	6	0	5	2	7	0									
	Eksik	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
TÜM ETKİNLİKLER	Davranış niteliği	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C	D	E									
		f	%	S	%	S	%	S	%	S	%								
	Yok	20	34	58	100	58	100	25	43	15	26	9	16	49	84	9	16	55	95
	Doğru	33	57	0	0	0	0	30	52	41	71	27	47	8	14	34	59	3	5
Yanlış	5	9	0	0	0	0	3	5	2	3	22	38	1	2	15	26	0	0	

Yine yukarıdaki tablo incelendiğinde, bireysel çalışmada gözlemlenen durumdan çok farklı değildir. Fakat bazı aşamaların doğru gözlemlenme oranında bir artış göze çarpmaktadır.

Yukarıdaki tablolarda bireysel ve grup çözümleri için ayrı ayrı yapılan değerlendirme sonuçları betimlenmiştir. Her bir etkinlik ve her bir problemde öğretmen adaylarının hangi becerileri doğru veya eksik gösterdikleri gösterilen tablolarda ayrıca bütün etkinlikler sürecinde öğretmen adaylarının genel durumunu ortaya koymaktadır.

Tablo 19

Bireysel ve Grup çalışmalarının davranış dağılım yüzdelerinin karşılaştırılması

Davranış niteliği	A1		A2		A3		B1		B2		B3		C		D		E	
	Birey	Grup	Birey	Grup	Birey	Grup	Birey	Grup	Birey	Grup	Birey	Grup	Birey	Grup	Birey	Grup	Birey	Grup
Yok	53	34	100	100	100	100	69	43	42	26	43	16	81	84	45	16	100	95
Doğru	41	57	0	0	0	0	17	52	50	71	20	47	6	14	17	59	0	5
Yanlış	6	9	0	0	0	0	14	5	8	3	37	38	12	2	38	26	0	0

Yukarıdaki iki tablo incelendiğinde öğrenciler çözüm sürecinde A2 ve A3 becerilerini bireysel ve grup çalışmasında yok denecek kadar az göstermişlerdir. Tablo 18 incelendiğinde A1 davranışının “doğru” gösterilme oranı %57, A2 ve A3 davranışlarının “doğru” gösterilme oranı bireysel çalışmada olduğu gibi %0, B1(%50), B2(%71) ve B3 (%47) davranışlarının çözüm sürecine yansıma oranı ise bireysel çalışmaya göre oldukça fazla artış göstermiştir. Yine C ve D davranışlarında da bu artış söz konusudur. A1 aşaması bireysel çalışmalarda %41 oranında doğru gözlemlenmiş, grup çalışmalarında ise bu oran %57 ye yükselmiştir. Yine B3 (bir matematiksel model seçme) aşamasına bakıldığında bireysel çalışmada doğru gözlemlenme oranı %20 iken grup çalışmalarında %47’ye yükselmiştir.

Burada gözlemlenen sonuçlar modelleme testi ile A2, A3 ve E aşamaları haricinde paralellik arz etmektedir. Öğretmen adayları modelleme testinde A2 ve A3

becerilerine yönelik sorularda ortalama bir puan almalarına karşın etkinliklerdeki çözüm süreçlerinde bu beceriler gözlemlenmemiştir. Bunun sebebi olarak öğretmen adaylarının bütün düşünme süreçlerini kâğıt üzerine yansıtılmalarının yanı sıra, geleneksel problem çözme alışkanlıklarının bir neticesi de olabilir. Aynı şekilde modelleme testlerinde E becerisine yönelik sorularda öğretmen adayları oldukça başarılı sonuçlar almalarına rağmen, etkinliklerdeki bireysel çalışmada 0, grup çalışmasında sadece 2 kez gözlemlenmiştir. Fakat bazı öğrencilerle yapılan görüşmede E aşamasını aslında düşündüklerini ve uyguladıklarını fakat çözüm sürecine yansıtma gereğini hissetmediklerini belirtmişlerdir. Bu durum öğretmen adaylarının geleneksel problem çözme alışkanlıklarının bir sonucu şeklinde ve öğretmen adaylarının kapalı uçlu, tek cevabı olan ve bulunan cevabın kontrol edilme gereksinimi olmayan klasik problem çözme alışkanlıklarının bir sonucu olduğu şeklinde yorumlanabilir.

4.4 GÖRÜŞMELER

Çalışmada rasgele seçilen üç öğrenci ile matematiksel modelleme testi ve etkinlikler sürecinin genel bir değerlendirmesi istenmiştir. Uygulama sürecinde yaşadıkları ve bu süreç sonunda kazanımları, eleştirdikleri ve eksik gördükleri noktalar üzerine yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmelerde ayrıca öğrencilere bazı problemler tekrar çözdürülerek, kâğıt üzerindeki çözüm sürecinde gözlemlenemeyen bazı becerilere öğrencilerin gerçekte sahip olup olmadıkları anlaşılmaya çalışılmıştır.

Görüşmelerde en genel olarak aşağıdaki sorular sorulmakla birlikte yarı yapılandırılmış görüşmenin doğası gereği her bir görüşme süreci içerisinde farklı sorular ortaya çıkmıştır. Görüşmelerde öğretmen adaylarına aşağıdaki sorular sorulmuştur.

- Çalışma sürecinin genel bir değerlendirmesini yapar mısınız?
- Çalışma süresince size sorulan problemlerin bu zamana kadar gördüğünüz problemleri de düşünerek bir değerlendirmesini yapar mısınız?

- Çalışma sürecinin size bir katkısının olduğunu düşünüyor musunuz?

29 numaralı öğrencinin sorular ve süreç ile ilgili görüşleri aşağıda verilmiştir.

Çalışma sürecinin genel bir değerlendirmesini yapar mısınız?

İlk gördüğümde kesin sonuca dayalı olmadığı için çok bir şey yapamadım. Hayatımız boyunca biz hep kesin sonuçlara dayalı sorular çözdük. Fakat burada şıklar ve maddeler birbirine çok yakındı açıkçası. O bakımdan zorlandık. En doğru cevabı yakalamaya çalıştım. Bu süreçte bazen moral bozukluğu da yaşadım. Sorularda matematiğin gerçek hayata yönelik sorulardan oluştuğu için güzel sorulardı. Bu soruları öğretmenlik hayatımızda öğrencilerin matematiğe olan ilgilerini artırmak için kullanabiliriz.

Öğrencinin söylediklerine bakıldığında daha önce bu tarz sorularla karşılaşmadığını ve cevapların kesin olmaması gibi nedenlerden dolayı zorlandığını belirtmektedir.

“Çalışma süresince size sorulan problemlerin bu zamana kadar gördüğünüz problemleri de düşünerek bir değerlendirmesini yapar mısınız?” sorusu ile ilgili 29 numaralı öğrencinin düşünceleri şöyledir:

İlk söyleyebileceğim günlük hayattan olması. Çözdüğüm sorularda da içim pek rahat değildi açıkçası. Çözümünden tam emin olamıyordum. Bu zamana kadar gördüğüm matematik problemleri gibi değildi. Çünkü biz belirli bir kurala veya teoreme bağlı soruları çözmekle uğraştık. Dolayısı ile o problemleri ya çözüyordunuz veya çözemiyordunuz, ama buradaki ikisinin ortası bir şey. Tek doğru bir cevabının olmadığı için kendinizi çok rahat hissedemiyorsunuz. Bu tür sorularla ben açıkçası hiç karşılaşmadım. Bu zamana kadar gördüğüm matematikte hep kağıda dönük işlemler olduğunu söyleyebilirim. Günlük hayatla hiç ilişkilendirilmedi. Burada çözdüğümüz sorularda günlük hayatta karşılaştığımız sorunlar ele alınmış. O bakımdan farklı..

Öğrencinin söylediklerine bakıldığında daha önce bu tür sorularla hiç karşılaşmadığını belirtmektedir. Bu zamana kadar belirli bir kurala yada teoreme dayalı problemler çözdüklerini, fakat bu soruların günlük hayattan olması ve kesin prosedürel bir çözümünün olmaması öğrencinin kendini rahat hissedememesine neden olmuştur.

Yine 29 numaralı öğrenci “Çalışma sürecinin size bir katkısının olduğunu düşünüyor musunuz?” sorusu ile ilgili aşağıdaki görüşleri belirtmiştir:

Bana çok şey kattığını düşünüyorum. Özellikle grup çalışmaları bize çok şey kattığını düşünüyorum. Birbirimizde olan eksiklikleri tamamladık. Ve sorularda matematiğin gerçek hayata yönelik sorulardan oluştuğu için güzel sorulardı. Bu soruları öğretmenlik hayatımızda öğrencilerin matematiğe olan ilgilerini artırmak için kullanabiliriz. Çünkü öğrencilerin en çok sorduğu soruların başında bu matematiği nerede kullanıyoruz sorusu gelmektedir.

29 numaralı öğrencinin görüşleri incelendiğinde, bu tür problemlere alışık olmadığını, problemlerin çözümünde kendisinden çok emin olamadığını belirtmektedir. Çözüm sürecinde soruların tek doğru bir cevabının olmaması kendisi açısından problem oluşturduğunu belirtmiştir. Ayrıca öğrenci çalışma sürecinin ve özellikle grup çalışmalarının kendisi için çok faydalı olduğunu belirtmiştir.

19 numaralı öğrenci ise aynı sorularla ilgili şu görüşleri bildirmiştir.

“Çalışma sürecinin genel bir değerlendirmesini yapar mısınız?” sorusu ile ilgili 19 numaralı öğrencinin görüşleri şunlardır:

İlk çözdüğümde sorular bana çok karışık gelmişti. Fazla anlayamadım soruları. Ancak şunu söyleyebilirim. İlk baştaki bakışımla şu anki bakışım çok farklı. İlk baktığımda böyle sorumu olur şeklinde bakıyordum, birde şıklar birbirine çok yakındı, çözdüklerimden emin olamıyordum, ancak sonra hoşuma gitti sorular. Etkinlik sorularında da en büyük sorunum soruyu anlayamamak, yada anladığım halde bir giriş yolu bulamıyordum kendime. Sonra biraz geçtikten sonra aklıma bir şeyler geliyordu ve onları yapmaya çalışıyordum. Daha önce böyle sorular görmüş olsaydık daha rahat çözebilirdik. Ama biz önce ilişkilendirmeye çalışıyoruz, bir şeye benzetiyoruz, başka bir şeye benziyor bu sefer... Fakat grup çalışmasına geçtiğimizde hatalarımı anlıyordum ve aklıma daha yeni şeyler geliyordu.

19 numaralı öğrencinin cevabına baktığımızda soruları anlamakta güçlük çektiğini belirtmektedir. Bu tür sorulara alışkın olmadığını ve kendisine karmaşık geldiğini ifade etmektedir.

Yine “Çalışma süresince size sorulan problemlerin bu zamana kadar gördüğünüz problemleri de düşünerek bir değerlendirmesini yapar mısınız?” sorusunu 19 numaralı öğrenci aşağıdaki gibi cevaplamıştır:

Belli şeylere çözüm üretilmesi için yapılmış sorulardı... günlük hayatın içerisinde olduğu için insanın daha fazla dikkatini çekiyor ve daha iyi odaklanıyor. Gerçekten bunların önemli olduğunu düşünüyorum. Öğrencilerin daha çok soyut düşünmesini sağlayacak, ilişkilendirmeyi sağlayacak, güncel hayatta da matematiğin olduğunu göreceği için daha çok ilgisini çekecek türden sorulardı. Çünkü sorularda biraz çelişkili ve bizim alışık olmadığımız tarzda. Ama bizim bu zamana kadar çözdüğümüz problemlerin tek bir doğru cevabı vardı... Açıkçası sorular biraz moralimi de bozdu ve kendimi çok eksik hissettim.Yani bu soruları kullanmanın avantajları olabileceği gibi dezavantajları da olabilir. Bunun temeli verilmeden öğrencileri bu sorularla uğraştırmak moral bozucu olabilir. Zaten matematiğe karşı bir ön yargı var. Bunun temelleri önceden verilmiş olsa hiç sorun olmaz (19 numaralı öğrenci).

19 numaralı öğrenci, soruların gerçek hayattan olmasının soruları daha ilgi çekici hale getirdiğini ve bu tür sorularla daha önce karşılaşmadıklarını belirtmiştir. Bu soruların temeli verilmeden kullanılmasının doğru olmadığını ve öğrenciler açısından moral bozucu olabileceğini de belirtmiştir.

Yine “Çalışma sürecinin size bir katkısının olduğunu düşünüyor musunuz?” sorusu ile ilgili bu öğrencinin cevabı aşağıdaki gibidir.

Bu sürecin bana katkısı oldu. Gerçek hayatta gözlemlediğim herhangi bir durum ile ilgili matematiksel olarak düşünebilirim ve o olaydaki matematiksel örüntüleri yakalayıp bir matematik sorusuna dönüştürebileceğimizi gördük. Bu süreç sonunda matematiğinde sosyal olaylara çözüm üretmede bir katkısının olduğunu görebildim. Matematiği uygulama üzerine değil de, olayları yorumlama yönümüze sağlayabileceği katkıyı gördük. Bunlar bizim için önemli kazançtı. Ama biraz moral bozukluğu oldu tabii. Sorulara bireysel olarak biraz uğraştıktan sonra grup çalışmasını bekliyorduk. Çünkü grup çalışmasında daha iyi fikirle ortaya çıkıyordu. Bu açıdan grup tartışmaları çok faydalı oluyordu.

19 numaralı öğrenci bu sürecin kendisine, matematiği sosyal olayları yorumlamada ve çözüm üretmede kullanılabileceği ile ilgili bir bakış açısı kazandırdığını belirtmektedir. Ayrıca grup çalışmasının da kendisine faydalı olduğunu belirtmiştir.

Aynı sorularla ilgili 5 numaralı öğrenci ise şu görüşleri belirtmiştir.

Çalışma sürecinin genel bir değerlendirmesini yapar mısınız?

Bir kere bizim için bir değişiklik oldu. Yani mesela matematiğin somut olarak nasıl kullanılabileceğini gördük. Daha farklı bir boyutta matematiği gördük şu

geldiğimiz zamandan beri buraya. Fen edebiyatta gördüğümüz matematikle hiçbir alakası yok. Çoğu soruyu lise matematik bilgilerimizle çözmeye çalıştık.

Çalışma süresince size sorulan problemlerin bu zamana kadar gördüğünüz problemleri de düşünerek bir değerlendirmesini yapar mısınız?

Bu etkinliklerden önce matematik problemi deyince aklıma sınavda sınava sorulan sorular geliyordu. Ve soruların karakteri bilgi ve kural içerikli oluyordu. Fakat bu sorular daha gerçek bir problem şeklinde karşımıza çıktı. Yani vereceğimiz cevap çok önemli, yani bir sınavdan geçip geçemeyeceğimizi etkilemeyecek türden ve ilgi çekici türden. Tam olarak biliyorum da diyemiyorsun, bilmiyorum da..... hangi sınıfı düşünürsek düşünelim, her matematik öğretmenine sorulan değişmez bir sorudur, “hocam bunlar bizim ne işimize yarayacak?” sorusu. Ve birçok öğretmen de bu soruya cevap veremez. Yani şu an ben de tam bir cevap veremem açıkçası. Bu soruları kullandığınız zaman aslında öğrencilerin bu sorusuna da cevap vermiş oluyorsunuz.

5 numaralı öğrenci, bu süreçte çözmeye çalıştıkları soruların bu zamana kadar çözdükleri problemlerden farklı olduğunu “bu sorular gerçek bir problem olarak çıktı karşımıza” ifadesiyle anlatmaktadır. Bu soruların matematik eğitiminde kullanılması öğrencilerin sorduğu “matematik ne işimize yarayacak?” sorusuna da bir cevap olacağını belirtmiştir.

Çalışma sürecinin size ne gibi katkılarının olduğunu düşünüyorsunuz?

Yani bilgi olarak değil de, matematiğin kullanım yerleri ile ilgili bir bakış açısı kazandırdığını söyleyebilirim. Eksiklerimizin çok olduğunu gördük. Bir grafiği bile çizemedik mesela..... bize bu şekilde bir eğitim verilmiş olsaydı, daha zevkli olurdu, çalışma isteği gelirdi, daha iyi motive olurduk Ayrıca grup çalışmaları da düşüncelerimizi paylaşma ve tartışma açısından çok güzel oldu. Daha iyi bilen diğerlerine anlattı. Yani bizim için grup çalışmaları çok öğretici oldu. Önce bireysel çalışmasının olması grup çalışmasının daha verimli geçmesini sağladı. Yani sorularla ilk defa grup çalışmasında karşılaştık bu kadar ayrıntılı düşünemedik.

Etkinlik sürecinin matematiğin gerçek hayatta kullanımı ile ilgili kendisine yeni bir bakış açısı kazandırdığını belirtmektedir. Bu şekilde bir eğitim verilmesi daha ilgi

çekici ve öğrenciyi motive edici bir etkisinin olacağından bahsetmiştir. Ayrıca grup çalışmasının kendileri açısından çok öğretici olduğundan da bahsetmektedir.

Genel olarak bakıldığında her üç öğretmen adayı da çözüm süreci ile ilgili olarak, daha önce böyle problemlerle çok karşılaşmadıklarını ve bu yüzden çok zorlandıklarını belirtmişlerdir. Problemlerle ilgili olarak öğretmen adayları soruların çözümünde kendilerinden çok emin olamadıklarını ve bu zamana kadar karşılaştıkları problem türlerinden cevapların tartışmalı olması itibariyle farklı olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışma sürecinin matematiğin uygulama alanları ve sosyal olayları yorumlamada nasıl kullanılabileceği ile ilgili kendilerine farklı bir bakış açısı kazandırdığını da belirtmişlerdir. Ayrıca üç öğretmen adayı da bu etkinliklerde çok başarılı olamadıklarını belirtmişler ve bunun sebebi olarak ise bu tarz soruları çözmeye yönelik bir altyapının kendilerine daha önce kazandırılmadığı gerekçesini öne sürmüşlerdir.

V.SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Bu çalışmada elde edilen veriler “Bulgular ve Yorumlar” kısmında ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir. Bu bölümde ise elde edilen bulgulara kısaca yer verilecek ve ilgili literatür ışığında bulgular tartışılacaktır.

5.1 SONUÇLAR

Öncelikle bu bölümde Bulgular kısmında ayrıntılı olarak verilen ve yorumlanan sonuçlar özet olarak verilecektir. Daha sonra tartışma bölümünde elde edilen bulgular çalışmanın bağlamı ve ilgili literatür ışığında tartışılacaktır.

5.1.1 Modelleme Testi İle İlgili Sonuçlar

Matematiksel modelleme ön-test ve son-test sonuçları aşağıdaki araştırma sorularına cevap aramaktadır.

- Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme testi ve modelleme etkinliklerindeki performans düzeyleri nedir?
- Matematiksel modelleme etkinlikleri sürecinin öğretmen adaylarının modelleme becerilerini geliştirmeye yönelik etkisi nedir?

Öncelikle ön test çalışmasına ait bulgulardan bahsedilecek olursa Tablo 7 incelendiğinde öğretmen adaylarının soruların tümüne toplamda %41 oranında doğru cevap, %23 oranında kısmen doğru, %31 oranında yanlış cevap verdikleri ve %5 oranında ise boş bıraktıkları gözlemlenmektedir. Öğretmen adaylarının en başarılı oldukları sorular 5. soru (%71), 1. soru (%69) ve 6. soru (%61) olmuştur. Öğretmen adaylarının doğru cevaplama oranı bakımından en başarısız oldukları sorular ise 2. soru (%11) ve 4. soru (%18) olmuştur. Örneğin öğrencilerin en başarısız olduğu 2. soru “bir matematiksel model seçme” becerisini ölçmeye yönelik bir sorudur. Hangi sorunun hangi beceriyi ölçmeye yönelik olduğunu gösteren Tablo 3 okuyucunun bulguları daha rahat yorumlayabileceği düşüncesiyle bu kısımda tekrar verilmiştir.

Matematiksel modelleme ön test sonucu matematik öğretmen adaylarının mevcut durumu hakkında önemli ipuçları vermektedir. Buradan elde edilen bulgular, soruların doğru cevaplanma oranının %41 ve kısmen doğru, boş ya da yanlış cevap verilme yüzdesinin %59 olarak bulunması, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin ve matematiksel bilgilerini gerçek hayat durumlarını yorumlamada kullanabilme becerilerinin yeterince gelişmediğini ortaya koymaktadır.

Tablo 3

Ön-test ve Son-test sorularının ölçmeyi hedefledikleri becerilere göre dağılımı

Modelleme Sürecindeki Aşamalar	Ön-testte bulunan soru numarası	Son-testte bulunan soru numarası
Verilenleri belirleme ve sadeleştirme	10. soru	1. ve 2. sorular
Hedefi belirginleştirme	4. ve 9. sorular	4.soru
Problemi formülleştirme	8. soru	5. ve 7. sorular
Değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme	6. ve 7. sorular	10. soru
Matematiksel ifadeleri formülleştirme	5.soru	9. ve 12. sorular
Bir matematiksel model seçme	2. soru	3. ve 6. sorular
Grafik gösterimleri kullanma	3. soru	8. soru
Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	1. soru	11. soru

Son test sonuçları incelendiğinde 38 öğrencinin puan ortalaması Tablo 8’de görüldüğü gibi 24 puan üzerinden 15,61 olarak bulunmuştur. Tablo 8 incelendiğinde puan ortalaması en düşük olan sorular 0,54 ile 4. soru ve 0,72 puan ortalaması ile 2. soru olmuştur. Öğretmen adaylarının en başarılı oldukları sorular ise 1.89 ortalama ile 9. soru ve 1,69 ortalama ile 10. soru ve 1,65 ortalama ile 11. soru olmuştur. Diğer

sorulara ise ortalama bir puan almışlardır. Tablo 9’da görüldüğü gibi öğretmen adaylarının soruların tümüne toplamda %58 oranında doğru cevap, %15 oranında kısmen doğru, %24 oranında yanlış cevap verdikleri ve %3 oranında ise boş bıraktıkları gözlemlenmektedir.

Tablo 10, 11 ve 12 verileri ışığında ön-test ve son-test sonuçları genel olarak karşılaştırılırsa puan ortalaması bakımından bir artış gözlemlenmektedir. Ön-testte puan ortalaması bakımından başarı oranı %50 iken son-test sonuçlarında başarı oranı %65’e yükselmiştir. Ön testte doğru cevap yüzdesi %41 iken son testte bu oran %58’ yükselmiştir. Ve yine ön testte yanlış cevap %31 iken son testte %24’e düşmüştür.

Son test çalışmasıyla elde edilen sonuçlar ön test sonuçları ile kıyaslandığında daha başarılı bir sonucun ortaya çıkması, üç haftalık problem çözme etkinliklerinin bile öğretmen adaylarının modelleme becerilerinde bazı gelişmeleri beraberinde getirdiğini ortaya koymaktadır.

5.1.2 Modelleme Etkinlikleri Sonuçları

Modelleme etkinliklerinin sonuçları aşağıdaki araştırma sorularına cevap vermeyi amaçlamaktadır.

- Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme testi ve modelleme etkinliklerindeki performans düzeyleri nedir?
- Matematiksel modelleme sürecinde öğretmen adaylarının problem çözme becerileri nasıl ortaya çıkmaktadır?
- Matematiksel modelleme sürecinde öğretmen adaylarının bireysel ve grup çalışması sürecinde problem çözme becerileri nasıl farklılık göstermektedir?

Öncelikle bize öğretmen adaylarının performans düzeylerini gösterecek olan matematiksel modelleme etkinliklerinde bireysel ve grup çalışmalarını incelendiğinde şu sonuç ortaya çıkmıştır. Performans değerlendirmesine yönelik Tablo 13,14 ve 15 incelendiğinde modelleme etkinliklerinde bireysel çalışmalarda sonuç %52 oranında “doğru” veya “kısmen doğru” ve %48 oranında ise “yanlış” veya “cevap yok”

şeklinde. Tablo 15’te görüldüğü gibi bütün sorularda doğru cevaplanma oranı bireysel çalışmada %16 iken grup çalışmasında bütün soruların doğru cevaplanma oranı %43 olmuştur. Kısmen doğru cevaplanma oranı bireysel çalışmada %35 iken grup çalışmasında %47 olmuştur. Yanlış cevaplanma oranı bireysel çalışmada %34 iken grup çalışmasında %10’ a düşmüştür. Ayrıca bireysel çalışmada boş bırakma %15 iken grup çalışmasında boş bırakılan (cevaplanmayan) soru olmamıştır.

Bireysel ve grup çalışma sürecinde öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin nasıl ortaya çıktığını ve farklı çalışma ortamlarında nasıl farklılık gösterdiğini anlamaya yönelik olarak süreç analizi yapılmıştır. Süreç analizinde göz önünde bulundurulmuş kategoriler ve ayrıntılı açıklamaları Tablo 16’da gösterilmiştir. Süreç analizinin betimsel sonuçları olarak Tablo 17 ve 18 incelendiğinde öğrenciler çözüm sürecinde *hedefi belirginleştirme* (A2) ve *problemi formülleştirme* (A3) becerilerini bireysel ve grup çalışmasında yok denecek kadar az göstermişlerdir. Tablo 18 incelendiğinde *verilenleri belirleme ve sadeleştirme* (A1) becerisinin “doğru” gösterilme oranı %57, A2 ve A3 becerilerinin “doğru” gösterilme oranı bireysel ve grup çalışmasında %0 olarak karşımıza çıkmaktadır. B1(*değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme*) %50, B2 (*matematiksel ifadeleri formülleştirme*) %71 ve B3 (*bir matematiksel model seçme ve uygulama*) becerisinin ise %47 olmak üzere çözüm sürecine yansımaları bireysel çalışmaya göre oldukça fazla artış göstermiştir. Yine C (*çözümü açıklamada sözel ifadeleri kullanma*) ve D (*grafik ve diagram gösterimlerden yararlanma*) becerilerinde de bu artış söz konusudur. A1 becerisi bireysel çalışmalarda %41 oranında doğru gözlemlenmiş, grup çalışmalarında ise bu oran %57 ye yükselmiştir. Yine B3 (*bir matematiksel model seçme*) becerisine bakıldığında bireysel çalışmada doğru gözlemlenme oranı %20 iken grup çalışmalarında %47’ye yükselmiştir.

Modelleme etkinliklerinde grup çalışmasının çok önemli bir rolü bu çalışmada ortaya çıkmıştır. Bazı gruplarda grup üyeleri incelendiğinde bireysel olarak çalıştıklarında hiçbir soruya doğru cevap veremeyen grup üyeleri grup çalışmasında sorulara doğru cevaplar vermişlerdir. Bu durum grup çalışmasında öğrencilerin birbirlerine yönelttikleri soruların ve grup içi tartışmaların, onların sahip oldukları matematik bilgilerini en üst düzeyde kullanmasına yardımcı olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

Bunun yanında grup çalışmasında bireysel çalışmalara göre daha başarılı sonuçlar alınması öğretmen adaylarının gerekli matematik bilgisine sahip olmalarına rağmen bunu gerçek hayat durumlarını yorumlamada yeterince kullanamadığı şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca grup çalışmasında bireysel çalışmaya oranla daha başarılı sonuçların ortaya çıkması, temeli Vygotsky'nin (1978) sosyal öğrenme teorisine dayanan grup çalışmalarının sosyal bir öğrenme ortamı oluşturma açısından eğitimde kullanılmasını savunan yaklaşımları desteklemektedir.

5.1.3 Görüşmelerden Elde Edilen Sonuçlar

Öğretmen adayları ile sürecin değerlendirmesi ile ilgili yapılan görüşmelerde öğretmen adaylarının fikirleri ışığında aşağıdaki bulgular gözlemlenmiştir. Bu bulgular “Modelleme etkinlikleri ve modelleme testinden oluşan çalışma süreci öğretmen adayları tarafından nasıl değerlendirilmektedir?” araştırma sorusuna cevap aramaktadır. Öğretmen adayları çalışma sürecinin değerlendirmesinde genel olarak aşağıdaki görüşleri bildirmişlerdir.

- Öğretmen adayları sürece ilişkin olarak bu tür problemlere alışkın olmadıklarından dolayı zorlandıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca bu problemlerin çözümü konusunda kendilerini emin hissedemediklerini belirtmişlerdir.
- Bu zamana kadar gördükleri problemlerle bu problemleri karşıladıklarında bu problemlerin daha gerçekçi ve yorum gücü gerektirdiğini belirtmişlerdir. Bu problemlerin eğitimde kullanılması öğrencilerin motivasyonunu artırma adına ve öğrencilerin “matematiği nerede kullanıyoruz?” sorusuna cevap verme açısından kullanılmasının faydalı olacağını belirtmişlerdir.
- Etkinlikler sürecinin öğretmen adaylarına kazandırdıklarına ilişkin olarak ise matematiğin gerçek hayatta kullanım alanları ile ilgili ve sosyal olayları yorumlamada ve çözüm üretmede yeni bakış açıları kazandırdıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca grup çalışmasının da kendileri için çok faydalı olduğunu belirtmişlerdir.

Yukarıda bahsedilen bulgular öğretmen adaylarının modelleme etkinlikleri sürecinde zorlandıklarını, bunun sebebi olarak ise bu tür problemlere alışkın olmadıklarını belirtmişlerdir. Diğer yandan çalışma sürecinin kendilerine gerçek hayattan farklı problemler çözme ve matematiği farklı alanlarda kullanma konusunda bir bakış açısı kazandırdığından bahsetmişlerdir.

5.3 TARTIŞMA

Bu çalışmadan elde edilen bulgular öğretmen adaylarının modelleme becerileri bağlamında problem çözme becerileri hakkında önemli bilgiler vermektedir. Modelleme testinden ve modelleme etkinliklerinde elde edilen sonuçlar, öğretmen adaylarının gerçek hayat problemlerini çözme sürecinde matematiksel bilgilerini yeterince kullanamadıklarını göstermektedir. Öğretmen adayları problemlerin çözümü sürecinde gerekli olan matematiksel bilgiye sahip olmalarına rağmen, bu bilgilerini çözüm sürecine yansıtamamaları, öğretmen adayları için matematiksel bilginin edinilme şekli ve bağlamı hakkında birtakım problemlerin olduğunu akla getirmektedir.

Modelleme etkinliklerinde gözlemlenen sonuçlar modelleme testi sonuçları ile, A2 (*hedefi belirginleştirme*), A3 (*problemi formülleştirme*) ve E (*gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme*) becerileri haricinde paralellik arz etmektedir. Bu çalışmada modelleme testinden elde edilen bulgular Lingefjard (2004) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları ile paralellik arz etmektedir. Modelleme testinde, öğretmen adaylarının en başarılı ve en başarısız oldukları soruların aynı olduğu gözlemlenmiş ve testin genelinde de yakın sonuçlar ortaya çıkmıştır. Fakat bu sonuçlar birde etkinlikler sürecinde incelendiğinde bazı farklılıklar gözlemlenmiştir. Öğretmen adayları modelleme testinde A2 ve A3 becerilerine yönelik sorularda ortalama bir puan almalarına karşın etkinliklerdeki çözüm süreçlerinde bu beceriler gözlemlenememiştir. Bunun sebebi olarak öğretmen adaylarının bütün düşünme süreçlerini kâğıt üzerine yansıtmamalarının yanı sıra, geleneksel problem çözme alışkanlıklarının bir neticesi de olabilir. Aynı şekilde modelleme testlerinde E becerisine yönelik sorularda öğretmen adayları oldukça başarılı sonuçlar almalarına

rağmen, etkinliklerdeki bireysel çalışmada 0, grup çalışmasında sadece 2 kez gözlemlenmiştir. Fakat bazı öğrencilerle yapılan görüşmede E (*çözüm sürecini kontrol etme*) aşamasını aslında düşündüklerini ve uyguladıklarını fakat çözüm sürecine yansıtma gereğini hissetmediklerini belirtmişlerdir. Bu durum öğretmen adaylarının geleneksel problem çözme alışkanlıklarının bir sonucu şeklinde ve öğretmen adaylarının kapalı uçlu, tek cevabı olan ve bulunan cevabın kontrol edilme gereksinimi olmayan klasik problem çözme alışkanlıklarının bir sonucu olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Modelleme etkinliklerinden ve modelleme test sınavından elde edilen sonuçlar incelendiğinde ve yapılan görüşmelerde öğretmen adaylarının da belirttiği üzere tek bir çözümü olan ve güçlü bir prosedür uygulaması gerektiren geleneksel problem çözme alışkanlıklarının matematiksel modelleme ve problem çözme becerileri üzerinde önemli bir etkisinin olduğu gözlemlenmektedir. Öğretmen adayları bu alışkanlıklarının bir sonucu olarak modelleme problemlerinde bireysel çalışmalarda oldukça başarısız sonuçlar elde etmişler ve modelleme sürecinde bazı aşamaları çözüm sürecine yansıtamamışlardır. Öğretmen adayları ile yapılan görüşmeler de yukarıdaki yorumları teyit etmektedir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular Reusser ve Stebler (1997) tarafından öğrencilerde matematik problem çözme etkinliklerine karşı var olan “*problem anlaşılmalı ise doğru matematiksel işlemleri, operasyonları seçmek için, anahtar kelimelere veya daha önce çözülen benzer problemlere bakma*” gibi bazı didaktik kabullerin öğrencilerin problem çözme becerileri üzerinde önemli bir etkisinin olduğu anlaşılmaktadır. Modelleme etkinlikleri açık-uçlu ve rutin olmayan özellikler taşıması nedeniyle öğretmen adaylarını, problem çözme becerileri üzerinde önemli bir hakimiyeti bulunan halihazırdaki didaktik kabullerinin ötesine geçmelerini gerektirmiştir. Bu durum öğretmen adaylarının modelleme etkinliklerindeki performans düzeylerinin yeterli olmamasının en önemli sebebi olarak görülebilir.

Sonuç itibariyle elde edilen bulgular ışığında öğretmen adaylarının modellenme becerilerinin eksik olduğu ve bunun neticesinde gerçek hayat durumlarını yorumlamada matematiği kullanma becerilerinin yeterli olmadığı yorumu

getirilebilir. Bunun yanında ilk defa karşılaştıkları bu problemlerdeki performansları üzerinde problemlere karşı önyargılarının da önemli bir etkisinin olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Nitekim yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmelerde öğretmen adaylarını kendilerinden ve çözüm yollarından tam emin olamadıklarından grup çalışmasını bekleme eğilimi gösterdiklerini belirtmişlerdir. Bu durum matematik öğretmen adaylarının modelleme problemlerine alışkın olmadıklarını ve bu problemlere karşı önyargılı yaklaşıtlarını göstermektedir. Grup çalışmasında bireysel çalışmaya göre oldukça başarılı sonuçlar alınması bu yorumu güçlendirmektedir. Mevcut matematik eğitim sistemimizin tek bir doğru cevabı olan, kalıp cümlelerle öğrenciyi yönlendiren, öğrencinin işlem ve prosedür bilgisini ölçmeye dayalı ölçme değerlendirme yöntemlerini kullanması ve bunun neticesi olarak eğitimin bu becerileri sağlamaya yönelik yapılması yukarıda bahsedilen genel durumun sebepleri olarak söylenebilir. Dolayısı ile mevcut eğitim sistemimizin probleme çok farklı açılardan bakabilen, matematiği gerçek hayat durumlarını yorumlamada kıvrak bir şekilde kullanabilen bireyler yetiştirme amacını gerçekleştirmede ne kadar yeterli olduğu sorgulanmalıdır.

Süreç analizi, öğretmen adaylarının modelleme becerileri ve problem çözme becerileri hakkında fikir vermenin yanı sıra matematik eğitiminde farklı teorik yaklaşıtlara ilişkin bazı sonuçlar ortaya koymaktadır. Matematik eğitiminde farklı temsil sistemlerinin önemi tartışılmazdır. Problem çözme sürecinde ve matematiksel kavramların öğrenilmesi ve öğretilmesi sürecinde farklı temsil sistemlerinden yararlanmanın ve bu temsiller arasındaki geçişler yapılmasının önemi Kaput (1987; 1994) ve Goldin (1998) gibi birçok araştırmacı tarafından vurgulanmaktadır. Öğretmen adaylarının grafik gösterimleri kullanma ve cebirsel ifadelerden yararlanma gibi bazı modelleme aşamalarında diğer aşamalara göre daha başarılı oldukları gözlenirken, problem durumuna uygun doğru matematiksel modellere ulaşma ve sözel açıklamaları kullanma gibi aşamalarda başarısız oldukları gözlemlenmektedir. Öğretmen adaylarının kullandıkları farklı temsiller arasındaki tutarsızlıklar, aynı problem durumunun farklı matematiksel temsilleri (Kaput 1987; Goldin, 1998) arasında geçişlerinde problem yaşadıklarını ve göstermektedir. Öğretmen adayları bazı problemlerde, sözel açıklamaları doğru yaptıkları halde aynı problem durumunu

ifade etmeye çalıştıkları grafik gösterimleri ve matematiksel model seçimlerinin yanlış olduğu görülmektedir. Öğretmen adayları biçimsel olmayan (informel) matematiksel düşünme süreçlerini biçimsel (formel) matematiksel dile aktarırken, tıpkı biçimsel olmayan modellerden, biçimsel modellere geçişte (Gravemeijer ve Stephan, 2002) olduğu gibi zorlandıkları gözlemlenmektedir.

Çalışma süreci göz önüne alındığında, modelleme testi ve etkinliklerde kullanılan soruların öğretmen adayları için gerçekten bir problem durumu oluşturmuştur. Dolayısı ile modelleme etkinliklerinin planlı ve amacına uygun olarak kullanılması, matematik eğitiminde problem çözme aktivitesine daha geniş ve faydacı bir anlam kazandırabilir. Ayrıca problem çözme etkinliklerinde ve daha da önemlisi öğretmen eğitiminde grup çalışmasının çok önemli bir rolü Zawojewski, Lesh ve English'in (2003) çalışmalarında olduğu gibi bu çalışmada da ortaya çıkmıştır. Bazı gruplarda, bireysel olarak çalıştıklarında hiçbir soruya doğru cevap veremeyen grup üyeleri grup çalışmasında sorulara doğru cevaplar vermişlerdir. Bu durum grup çalışmasında öğrencilerin birbirlerine yönelttikleri soruların ve grup içi tartışmaların, onların sahip oldukları matematik bilgilerini en üst düzeyde kullanmasına yardımcı olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Bunun yanında grup çalışmasında bireysel çalışmalara göre daha başarılı sonuçlar alınması öğretmen adaylarının gerekli matematik bilgisine sahip olmalarına rağmen bunu gerçek hayat durumlarını yorumlamada yeterince kullanamadığı şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca grup çalışmasında bireysel çalışmaya oranla daha başarılı sonuçların ortaya çıkması, temeli Vygotsky'nin (1978) sosyal öğrenme teorisine dayanan grup çalışmalarının sosyal bir öğrenme ortamı oluşturma açısından eğitimde kullanılmasını savunan yaklaşımları desteklemektedir.

5.2 ÖNERİLER

Genel olarak bakıldığında öğretmen adaylarının modelleme etkinliklerinde yeterince başarılı olduklarını söylemek çok zor görünmektedir. Bu başarısızlığın nedenleri olarak mevcut matematik eğitim sistemimizin tek bir doğru cevabı olan, kalıp cümlelerle öğrenciyi yönlendiren, öğrencinin işlem ve prosedür bilgisini ölçmeye dayalı ölçme değerlendirme yöntemlerini kullanması ve bunun neticesi olarak

eğitimin bu becerileri sağlamaya yönelik yapıldığı söylenebilir. Dolayısı ile probleme çok farklı açılardan bakabilen, matematiği gerçek hayat durumlarını yorumlamada kıvrak bir şekilde kullanabilen bireyler yetiştirme amacını mevcut eğitim sistemimiz gerçekleştirememektedir.

Bulgular kısmında da belirtildiği gibi yarı-yapılandırılmış görüşmelerde öğretmen adayları, kendilerinden ve çözüm yollarından tam emin olmadıklarından grup çalışmasını bekleme eğilimi gösterdiklerini belirtmişlerdir. Bu durum matematik öğretmen adaylarının modelleme problemlerine alışkın olmadıklarını ve bu problemlere karşı önyargılı yaklaştıklarını göstermektedir. Öğrencilere matematiğin gerçek hayat uygulamalarını göstermeyi ve modelleme becerilerini geliştirmeyi amaçlayan müfredattaki *sözel problemler* amacına yeterince hizmet etmemektedir, hatta gerçek hayat ile ilişkili uygulama problemlerine yeterince yer verilmemektedir (Delice ve Roper, 2006). Öğrencilerin matematiği gerçek hayat durumlarını anlama ve yorumlamada matematiği daha etkili kullanabilmeleri ve modelleme becerilerini geliştirmeye yönelik ilköğretim ve ortaöğretim müfredatlarında matematiksel modelleme problemlerine daha fazla yer verilmelidir. Ayrıca öğretmen eğitiminde öğretmenlere problem çözmede modelleme yaklaşımını kazandırmaya yönelik matematiksel modelleme dersi konulabilir.

Ayrıca öğrencilerin modelleme becerilerini geliştirmede üstbilişsel süreçlerin çok önemli olduğu Schoenfeld (1992) MaaB (2006) gibi araştırmacılar tarafından belirtilmektedir. Matematiksel modelleme süreci prosedürel ve kavramsal bilginin ötesinde bilme ve düşünme becerileri gerektirmektedir. Bu nedenle öğrencilere üstbilişsel düşünme süreçlerini kazandırma, problem çözme etkinlikleri sürecinin en önemli amaçlarından biri olmalıdır. Üst düzey düşünme becerilerini geliştirdiği düşünülen proje tabanlı öğretim yaklaşımları (Aydın ve Delice, 2005) modelleme yaklaşımını problem çözme becerilerine katkı sağlayabileceğinden öğretmen yetiştirme programlarında bu tür yaklaşımlara daha fazla yer verilebilir

Öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerini geliştirmeye ve öğrencilerin bildiği bazı kavramların matematik ile fizikteki anlamları arasındaki ilişkilendirme

eksikliğini gidermeye yönelik ortak içeriği matematik-fizik konuları olan bir ders tasarımı oluşturularak kullanılabilir (Carrejo ve Marshall, 2007). Böylece öğrenciler matematikte olan bir çok kavramın çıkış noktalarını ve gerçek hayat uygulamalarını daha iyi öğrenmiş olacaklardır. Ayrıca matematikte ve fen eğitiminde modelleme becerisini geliştirmeye yönelik ortak bir hedefe yönelik eğitim için konu ve ders içerikleri tekrar gözden geçirilmelidir. Çünkü matematiğin kullanıldığı bir alan olarak fen eğitimi matematik eğitimcileri açısından da çok önem verilmesi gereken bir alan olmalıdır. Bir fen eğitimcisi ile bir matematik eğitimcisinin aynı amaca yönelik bir eğitimi vermesi aralarında aynı hedefe yönelik disiplinler arası bir iletişim kurmaktan geçer. Böyle bir iletişimin kurulması öğretmenlerin hedeflerine daha kolay ulaşmasını ve öğrenci açısından maksimum fayda sağlayacaktır.

Öğrencilerin orta öğretim düzeyinde matematiksel modelleme becerilerini geliştirmek için öncelikle öğretmenlere bu bakış açısının kazandırılması gerekmektedir. Bunun için halen görev yapan öğretmenlere hizmet içi eğitim ve çalıştaylarla matematik eğitiminde modelleme yaklaşımı kazandırılabilir. Öğretmen adaylarına ise öğretmen yetiştirme programlarında matematiksel modellemeyi öğretmeye yönelik dersler konulabilir.

Bu çalışmanın sonuçları göz önüne alındığında öğretmenlere ve öğretmen adaylarına matematiksel modelleme becerilerini ve matematiksel modelleme etkinlikleri geliştirebilme becerilerini geliştirmeye yönelik bir eğitim ihtiyacı söz konusudur. Bu bağlamda “Öğretmen adaylarına, öğretmenlikte kullanabilecekleri şekilde matematiksel modelleme nasıl öğretilmelidir?” Sorusu araştırmaya değer bir sorudur.

KAYNAKLAR

- Akay, H., Soybaş, D. & Argün, Z. (2006). Problem Kurma Deneyimleri ve Matematik Öğretiminde Açık-uçlu Soruların Kullanılması. Kastamonu Eğitim Dergisi, Cilt:14, No:1 sayfa 129-146.
- Altun, Murat. Matematik Öğretimi. Bursa: Alfa Yayınları, 2000.
- Baykul, Y. (1999), *İstatistikte Metotlar Ve Uygulamalar* (3.Baskı),Ankara, Anı Yayıncılık
- Blum, W. , Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, application, and links to other subjects-state, trends, and issues in mathematics instruction. *Educational Studies in Mathematics*, 22(1), 37-68.
- Blatford, P., Kutnick, P., Baines, Ed. & Galton, M. (2003). Toward a Social Pedogogy Of Classroom Group Work. *Internatioanal Journal of Educational Research*, 39 (2003), s. 153-172
- Bransford, J. D., Brown, S. J., & Cocking, R. (1999). How people learn. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Carraher, T.N., Carraher, D.W. ve Schlieman, A.D. (1985). Mathematics in the street and in school. *British Journal of Developmental Psychology*, 3, 21-29.
- Carrejo, D.J. ve Marshall, J. (2007). What is mathematical modeling? Exploring prospective teachers' use of experiments to connect mathematics to the study of motion. *Mathematics Education Research Journal*, 19 (1), 45-76.
- Cobb, P. (2002). Modeling, symbolizing, and tool use in statistical data analysis. In Gravemeijer, K., Lehrer, R., Oers, B. & Verschaffel, L. (Eds.). *Symbolizing*,

Modeling and Tool Use in Mathematics Education, 171-195. Kluwer Academic Publishers. Netherlands

Cohen, L. ve Manion, L. (1994). *Research Methods in Education* (4.baskı). London: Routledge.

Cohen, L., Manion, L. and Morrison, K. (2000). *Research Methods in Education*, (5th edition). London: Routledge.

Crouch, R., Haines, C., (2004). Mathematical modeling: transitions between real world and the mathematical model. *Instructional Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 2004, 35 (2), sayfa 197-206.

Delice, A. and Roper, T. (2006). 'Implications of a comparative study for mathematics education in the English education system'. *Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA*. V 25, p. 64 - 72.

Doerr, H.M., Lesh, R., (2003). A modeling perspective on teacher development. *Beyond Constructivism: A models & modeling perspective on mathematics problem solving, learning & teaching* (s. 3-33).

Ekiz, D. (2003). *Eğitimde Araştırma Yöntem ve Metodlarına Giriş*. ANI Yayıncılık, ANKARA, 2003.

English, L. D., & Watters, J. J. (2004). Mathematical modelling with young children. In M. J. Hoines & A. B Fuglestad (Eds.), *Proceedings of the 28th annual conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 2, pp. 335-342). Bergen, Norway: PME.

Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education*. Dordrecht: Kluwer.

- Gascon, J. (2003). From the cognitive to the epistemological programme in the didactics of mathematics: Two incommensurable scientific research programmes? *For the Learning of Mathematics*, 23 (2), 44-55.
- Goldin, G. (1998). Representational systems, learning, and problem solving in mathematics. *Journal of Mathematical Behavior*, 17 (2), 137-165.
- Gravemeijer, K. (1997). Commentary solving word problems: A case of modelling? *Learning and Instruction*, 7, s. 389-397.
- Gravemeijer, K. & Doorman, M. (1999). Context problems in realistic mathematics education: A calculus course as an example. *Educational Studies in Mathematics*, 39, 111-129.
- Gravemeijer, K. ve Stephan, M. (2002). Emergent models as an instructional design heuristic. In Gravemeijer, K., Lehrer, R., Oers, B. & Verschaffel, L. (Eds.). *Symbolizing, Modeling and Tool Use in Mathematics Education*, 145-169. Kluwer Academic Publishers. Netherlands
- Greer, B. (1997). Modelling reality in mathematics classrooms: the case of word problems. *Learning and Instruction*, 7(4), 293-307.
- Haines, C., & Crouch, R. (2001). Recognizing constructs within mathematical modeling. *Teaching Mathematics and its Applications*, 20(3), 129-138.
- Kaiser, G., (2005). Introduction to the working group "Applications and Modelling". CERME4 Proceedings, p 1611-1622.
- Kaiser, G., Blomhoj, M. ve Sriraman, B. (2006). Towards a didactical theory for mathematical modelling. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (ZDM)*, 38(2), 82-86.

- Kaput, James J. (1987). Representation Systems and Mathematics. In Problems of Representation in the Teaching and Learning of Mathematics, Edited by Claude Janvier, Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 19-26.
- Karasar, N. (1999). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Kilpatrick, J. (1992). A history of research in mathematics education. Handbook of research on mathematics teaching and learning. D. Grouws. New York, Macmillan: sayfa 3-38.
- Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003). (Eds.). *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lesh, R., Doerr, H.M., (2003). Foundations of a models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving. In R.Lesh & H.M.Doerr (Eds.) *Beyond Constructivism: A models & modeling perspective on mathematics problem solving, learning & teaching* (sayfa 3-33).
- Lesh, R., & Lehrer, R. (2003). Models and modeling perspectives on the development of students and teachers. *Mathematical Thinking & Learning*, 5(2&3),109-129.
- Lingefjård, T. (2000). Mathematical modeling by prospective teachers using technology . Electronically published doctoral dissertation, University of Georgia. *Can be downloaded from*
<http://ma-serv.did.gu.se/matematik/thomas.htm>
- Lingefjård, T. (2002). Teaching and assessing mathematical modelling. *Teaching Mathematics and its Applications*, 21(2), 75-83.
- Lingefjård, T. (2006). Faces of modelling. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), 96-112.

- Lingefjård, T. (2002). Mathematical modeling for preservice teachers. A problem from anesthesiology. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7, sayfa 117-143.
- Lingefjård, T., Holmquist, M. (2005). To assess students' attitudes, skills and competencies in mathematical modeling. *Teaching Mathematics and its Applications*, 24(2-3), 123-133.
- Lodico, M.G., Spaulding, D.N & Voegtle, K.H (2006). *Methods In Educational Research :from theory to practice*. Jossey-Bass, San Francisco, 2006
- MaaB, K. (2006). What are modelling competencies? *Zentralblatt f r Didaktik der Mathematik (ZDM)*, 38(2), 96-112.
- Mousoulides, N., Christou, C., ve Sriraman, B., (2006). From problem solving to modelling- a meta analysis.
<http://www.umt.edu/math/reports/srireman/MousoulidesChristouSriraman.pdf>
- Mousoulides, N., Pittalis, M., ve Christou, C., (2006). Improving mathematical knowledge through modeling in elementary school. *Published in the Proceedings of 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Prague.
- Martin, A.S., Bassok, M., (2005). Effects of semantic cues on mathematical modeling: Evidence from word-problem solving and equation construction tasks. *Memory & Cognition*, 2005, 33 (3), sayfa 471-478.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.

- National Council Of Teachers Of Mathematics. (1989). *Curriculum And Evaluation Standards For School Mathematics*. Reston, Va: NCTM.
- Niss, M. (1999). Aspects of the nature and state of research in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics* 40, sayfa 1-24.
- Punch,K.F.(2005). *Sosyal Araştırmalara Giriş Nicel ve Nitel Yaklaşımlar* (Bayrak, D.,Arslan, H.B.,Akyüz, Z,Çev.). Ankara. Siyasal Kitabevi
- Reusser K.& Stebler, R. (1997). Every word problem has a solution-the social rationality of mathematical modeling in schools. *Leraning and Instruction*, 7(4), 309-327.
- Robson, C. (1993). *Real World research: A resource for social scientists and practitioner researchers*, (1.Edition) Blackwell. Oxford 1993
- Schoenfeld, A. H. (1982). Some Thoughts On Problem Solving Research and Mathematics Education. In F. K. Lester And J. Garofalo (Eds.) *Mathematical Problem Solving: Issues In Research* (Pp. 27-37). Philadelphia: Franklin Institute Press.
- Schoenfeld, A. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 334–370). Macmillan: New York.
- Schorr, Y.R. ve Lesh, R., (2003).A modeling approach for providing teacher development. In R.Lesh & H.M.Doerr (Eds.) *Beyond Constructivism: A models & modeling perspective on mathematics problem solving, learning & teaching* (s.141-157). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Selden, A., Selden, J., Hauk, S. ve Mason, A.(1999). Do calculus students eventually learn to solve non-routine problems?

http://www.math.tntech.edu/techreports/TR_1999_5.pdf

Sertöz, S. (2002). *Matematiğin Aydınlik Dünyası*. Tübitak Popüler Bilim Kitapları, 2002.

Shternberg, B., Yerushalmy, M. (2003). Models of Functions and Models of Situations: On the Design of Modeling- Based Learning Environments. In R.Lesh & H.M.Doerr (Eds.) *Beyond Constructivism: A models & modeling perspective on mathematics problem solving, learning & teaching* (s. 479-498).

Sriraman, B. (2005). “Conceptualizing the notion of model eliciting”. Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education. Sant Feliu de Guíxols, Spain; 17--21 February 2005.

Ubuz, B. ve Haser, Ç.(2002). “*Matematik öğretiminde rol yapılarının değişimi*”. V.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül 2002, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Vinner, S. (1983). Concept image, concept definition and the notion of function. *International Journal of Mathematics Education, Science and Technology*, 14(3), 293-305.

Verschaffel, L., Greer, B.& De Corte, E. (2002). Everyday knowledge and mathematical modeling of school word problems. In Gravemeijer, K., Lehrer, R., Oers, B., van and Verschaffel, L. (Eds.), *Symbolizing, Modeling and Tool Use in Mathematics Education*,(pp. 171-195). Netherlands, Kluwer Academic Publishers.

- Verschaffel, L., De Corte, E. & Borghart, I. (1997). Pre-service teachers' conceptions and beliefs about the role of real-world knowledge in mathematical modeling of school word problems. *Learning and Instruction*. 7(4), 339-359.
- Voigt, J. (1994). Negotiation of mathematical meaning and learning mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 26, 275-298.
- Yıldırım, A., Şimşek, H. (2005). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*, (5.Baskı). Seçkin Yayıncılık, Ankara
- Zawojewski, J. S. ve Lesh, R. (2003). A models and modelling perspective on problem solving. In R. A. Lesh & H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 317-336). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Zawojewski, J. S., Lesh, R., ve English, L. D. (2003). A models and modelling perspective on the role of small group learning. In R. A. Lesh & H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 337-358). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Zbiek, R.,M. & Conner, A. (2006). Beyond Motivation: Exploring mathematical modeling as a context for deepening students' understandings of curricular mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, cilt 69, s.89-112.

EKLER

Ek1: Modelleme Testi-I

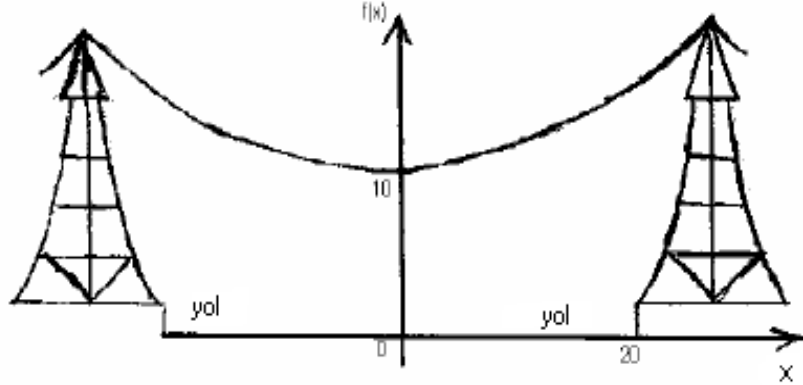
Adı:

Soyadı:

MODELLEME TESTİ-1

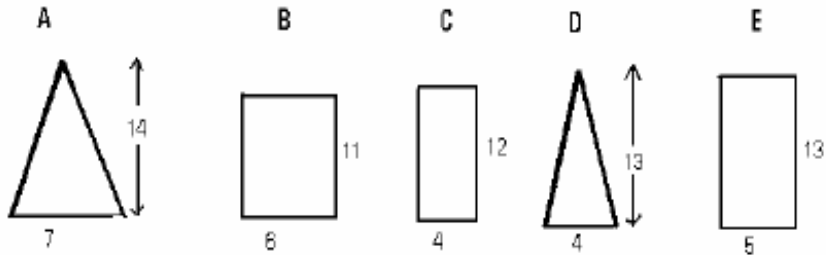
1) Trafik akışı yoğun olan çift yönlü bir yolun üzerinden yolun her iki tarafında bulunan direklerle desteklenmiş yüksek gerilim hattı geçmektedir. Bu telin altından araçların güvenli bir şekilde geçebilmesini sağlamak için araçlara genişlik ve yükseklik sınırlaması gerekmektedir.

Aşağıda şekilde gösterilmiş olan yol simetrik olup her bir yönünün genişliği 20 şer metredir. Kablonun yerden yüksekliği 10. $F(x)$ formülüyle modellenmiş olup tabloda $F(x)$ in bazı değerleri (metre olarak) verilmiştir.



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

Yerden yüksekliği 1 metre olan bir taşıtla aşağıda genişlikleri ve yükseklikleri verilen cisimlerden hangisi bu yoldan geçebilir?



2) Aşağıdaki seçeneklerden hangisi sabit durumdayken hızlanan bir otomobilin zamana (t) bağlı olarak hızını veren en yakın matematikse ifadedir?

A. $1 - e^{-t}$

B. $(1-t)^2$

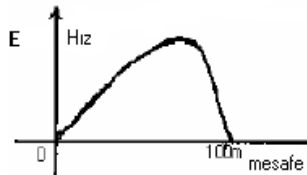
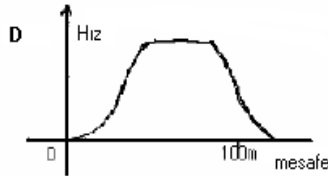
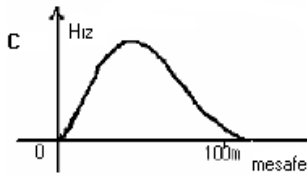
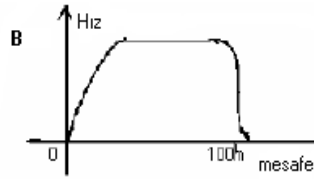
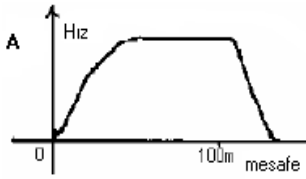
C. t

D. $t - t^2$

E. $\frac{1}{1+e^{-t}}$

3) Bir koşucu katıldığı bir olimpik 100 metre yarışını kazandıktan sonra, seyircileri selamlayıp durarak dev ekranda yarışın tekrarını izliyor.

Aşağıdaki grafiklerden hangisi koşulan mesafeye bağlı olarak yarışın başlangıcından koşucunun seyirciyi selamlaması ve yarışın dev ekranda tekrar gösterilmesine kadar olan süreçte koşucunun hız değişimini en iyi gösterir?



4) Aşağıdaki verilen durum üzerinde düşününüz.

Düz bir sıra halinde park edilmiş arabalar içerisinde arabanızdan yaklaşık 1.5 misli daha uzun olan bir boşluğa arabanızı geri park etmek durumundasınız.. Manevranın başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için aşağıdaki değişkenlerden hangisi en önemlidir?

- A) Arabanın dönme yarıçapı
- B) Geri gitmeye başlamadan önce arabanın park boşluğuna olan mesafesi
- C) Mevcut hava koşulları
- D) Kaldırıma çıkıp çıkamayacağınız
- E) Geri gitmeye başlamadan önce arabanızla paralelinizde park edilmiş araba arasındaki mesafe

5) Aşağıdaki verilen durum üzerinde düşününüz.

Bir feribot toplam alanı A olan bir güverteye sahiptir. Bu feribot güvertesinde kamyon ve otomobil taşımaktadır. Taşınacak her bir otomobil C miktarda alan kaplamakta, her bir kamyon ise L miktarda alan kaplamaktadır. Her bir otomobil p lira öderken her bir kamyon ise q lira ödemektedir. Feribotun sahibi en fazla gelir elde edebilmek için, güverteye kaç tane otomobil(x) ve kaç adet kamyon(y) almasının uygun olacağını bilmek istemektedir.

Aşağıdaki seçeneklerden hangisi kullanılan alana bağlı olarak gelir miktarını gösterir?

- A) $yC + xL \leq A$ olmak koşuluyla $xp + yq$
- B) $xC + yL \leq A$ olmak koşuluyla $xp + yq$
- C) $xC + yL \leq A$ olmak koşuluyla $(x+y)(p+q)$
- D) $xC + yL = A$ olmak koşuluyla $xp + yq$
- E) $(x+y)(C+L) \leq A$ olmak koşuluyla $(x+y)(p+q)$

6) Aşağıdaki verilen durum üzerinde düşününüz.

Bir uçağın herhangi bir havaalanına acil iniş yaptığı durumlarda bu uçağın tahliye edilebilme süresi güvenlik ve acil durum merkezi tarafından bilinmelidir. Uçağın yapımı, güvenliği, girişi ve çıkış kolaylığı gibi noktalarda birbiriyle çatışan ihtiyaçlar söz konusudur.

Oluşturulan basit bir matematiksel modelde, uçağın gövdesi insanların tek sıra halinde yürüyebilecekleri koridor ve bu koridorun her iki tarafında iki sıra koltuk olacak kadar geniş olduğu göz önünde bulundurulmaktadır.

Aşağıdaki seçeneklerden hangisinde bu modelde bulunması gereken parametreleri, değişkenleri ve sabitleri içermektedir?

- A) Acil iniş yapıldıktan sonra geçen süre; t sürede tahliye edilen insan sayısı; acil inişin gerçekleştiği anda günün hangi vakitte olduğu
- B) Koltuklarından ayrılan insanların hızı; ilk insan uçaktan ayrılmadan önce kemerleri çözmek için harcanan süre; acil çıkış kapılarının genişliği
- C) t sürede tahliye edilen insan sayısı; acil inişin gerçekleştiği anda günün hangi vakitte olduğu; acil çıkış kapılarının genişliği
- D) Bütün yolcuları tahliye etmek için gereken süre; uçağı terk ederken yolcular arasındaki mesafe; acil çıkış kapılarının genişliği
- E) Uçaktaki insan sayısı; acil iniş yapıldıktan sonra geçen süre; t sürede tahliye edilen insan sayısı

7) Aşağıdaki verilen durum üzerinde düşününüz.

Büyük bir iş merkezi için acil durumlarda binanın tamamen tahliye edilebilme süresi güvenlik merkezi tarafından bilinmelidir. Bina güvenliği, insanların kolay ulaşımı ve binanın kolay tahliye edilebilirliği gibi konularda birbiriyle çatışan ihtiyaçlar söz konusudur.

Basit bir matematiksel modelde, bir oda ve bu odada bulunan kişilerin tek sıra halinde çıkacağı varsayımıyla hareket edilmektedir.

Aşağıdaki seçeneklerden hangisi bu modelde bulundurulması gereken parametreleri, değişkenleri ve sabitleri içermektedir?

- A) Alarm çaldıktan sonra geçen süre; t sürede tahliye edilen insan sayısı; Alarm çaldığı andaki günün vakti
- B) Tahliye edilecek insan sayısı; Alarm çaldıktan sonra geçen süre; t sürede tahliye edilen insan sayısı
- C) t sürede tahliye edilen insan sayısı; Acil durum meydana geldiğinde günün hangi vakitte olduğu; acil çıkışların genişliği
- D) Herkesi tahliye etmek için gereken toplam süre; koşan insanlar arasındaki mesafe; acil çıkış kapılarının genişliği
- E) İnsanların oluşturduğu sıranın çıkış(ilerleme) hızı; ilk insan çıkmadan önce kaybedilen süre; insanların taşıyacakları özel eşya miktarları

8) Aşağıdaki verilen durum üzerinde düşününüz.

Büyük bir cadde üzerinde bulunan bir bankanın belirli bir sayıda veznesi bulunmaktadır. Bazı müşteriler sadece bir işlem(çek bozdurma, kiralama vs. gibi) için bankaya gelmektedirler. Bazı müşteriler ise uzun süren birkaç işlem için bankaya gelmektedirler. Banka yönetimi tüm vezneler için tek bir kuyruk mu

oluşturmalıdır yoksa bazı vezneleri işlemleri çok az ve kısa sürecek müşteriler için mi kullanılmalıdır?

Yukarıdaki problemin çözümüyle ilgili olarak alt problemler oluşturularak simülasyon yöntemiyle bu sorulara cevaplar aranmaktadır. Aşağıdaki seçeneklerden hangisi tamamlanmamış problem cümlesini bitirmek için en uygun olanıdır?

“Bankada toplam 6 tane veznenin olduğunu ve müşterilerin rastgele sayıda işlem için düzenli aralıklarla bankaya geldiklerini düşününüz. Simülasyon metodunu kullanarak 6 veznenin tamamı için tek bir kuyruk oluşturulduğu durumda her bir müşterinin ortalama bekleme süresini bulunuz ve bunu

- A) Her bir veznenin önünde ayrı bir kuyruk oluşturulduğu durumda her bir müşterinin ortalama bekleme süresi
- B) Bazı vezneler için ayrı birer kuyruk ve diğer vezneler için ise tek bir kuyruk oluşturulduğu durumda her bir müşterinin ortalama bekleme süresi
- C) Veznelerden birinin önünde hızlı işlemler için bir kuyruk ve kalan 5 vezne için ise ayrı bir kuyruk oluşturulduğu durumda her bir müşterinin ortalama bekleme süresi
- D) Bazı vezneler için hızlı işlem kuyruğu ve kalan vezneler için ayrı bir kuyruk oluşturulduğu durumda her bir müşterinin ortalama bekleme süresi
- E) 2 vezne için bir kuyruk ve kalan vezneler için ayrı bir kuyruk oluşturulduğu durumda her bir müşterinin ortalama bekleme süresi

9) Aşağıdaki verilen durum üzerinde düşününüz.

“Bisiklet tekerlekleri için en uygun boyut nedir?”

Aşağıdaki ayırt edici sorulardan hangisi bisiklet ile düzgün ve sarsıntısız bir sürüşü sağlamaya yöneliktir?

- A) Tekerlekler pedallara bir zincirle bağlı mı?
- B) Sürücünün boy uzunluğu nedir?
- C) Bisikletin vitesi var mıdır?
- D) Bisikletin tırmanabileceği en yüksek kaldırımın yüksekliği nedir?
- E) Arazinin yapısı göz önüne alınmalı mıdır?

10) Aşağıdaki verilen durum üzerinde düşününüz.

“Yeni bir otobüs hattına kapalı bir durak yapılacaktır. Maksimum sayıda insanın faydalanabilmesi için otobüs durağı nereye yapılmalıdır?” sorusu üzerinde düşününüz.

Otobüs firması bu hizmetten insanların faydalanmasını istemekte fakat talebe göre ek sefer koymayı düşünmemektedir.

Yukarıdaki soruya çözüm bulmaya yönelik oluşturulacak basit bir matematiksel model için aşağıda verilen varsayımlardan(göz önüne alınması gereken durumlardan) hangisi en az önemlidir?

- A) Sadece bir durak yapılacağı varsayımı.
- B) Otobüs durağının yapılacağı yolun düz olduğu varsayımı.
- C) Yıl içersinde yağışsız havaların yağışlı havalardan iki kat fazla hüküm sürmesi.
- D) Otobüsün yarım saatlik aralıklarla sefer yapacağını varsayımı.
- E) Otobüs durağına gitmek için yolcuların çok uzun mesafe yürümeyecekleri varsayımı.

Ek2: Modelleme Testi-II

Adı:

Soyadı:

MODELLEME TESTİ-2

1) Aşağıdaki verilen durum üzerinde düşününüz.

“Yeni bir tramvay hattına bir adet istasyon yapılacaktır. En fazla sayıda insanın bu servisten yararlanabilmesi için durak nereye yapılmalıdır?” sorusu üzerinde düşününüz.

Taşımacılık şirketi insanların bu hizmetten yararlanmasını istemekte fakat talebe göre ek sefer koymayı düşünmemektedir.

Yukarıdaki probleme çözüm bulmaya yönelik oluşturulacak basit bir matematiksel model için aşağıdaki varsayımlardan hangisi basit bir matematiksel model için en az önemlidir?

- A) Yolcular tramvayı yakalamak için çok uzun mesafe yürümemelidir.
- B) Tramvay 20’şer dakikalık aralıklarla sefer yapacaktır.
- C) Bu güzergâhta yalnız bu tramvayın sefer yapacağı
- D) Tramvay sürücüsünün tramvayı her iki yönünde de kullanabilmesi
- E) Tramvay durağının herhangi bir yere inşa edilebilir varsayımı

2) Aşağıdaki verilen durum(problem) üzerinde düşününüz.

Trafik akışının yoğun olduğu düz ve tek yönlü bir yolda yayaların karşıdan karşıya geçmesi yayalar için çok zor olduğundan bir yaya geçidi düşünülmektedir.

Bir yaya geçidine ihtiyaç olup olmadığını belirleyecek olan basit bir matematiksel model için aşağıdaki varsayımlardan hangisi en az öneme sahiptir?

- A) Yaya geçidinin kullanıcıların düğmeye basmasıyla kontrol edilecek olması
- B) Trafik yoğunluğu sabittir.
- C) Trafikteki araçların hızı sabittir ve hız limitine eşittir.
- D) Yayalar sabit bir süratle karşıdan karşıya geçmektedir.
- E) Yayalar bu geçidi kullanmak için çok uzun bir mesafe yürümek zorunda kalmayacaklardır.

3) Aşağıdaki seçeneklerden hangisi bir ayçiçeğinin zamana (t) bağlı boyunun değişimini (büyümesini) en iyi ifade eder?

A. $1 - e^{-t}$

B. $(1 - t)^2$

C. t

D. $t - t^2$

E. $\frac{1}{1 + e^{-t}}$

4) Aşağıdaki verilen durum üzerinde düşününüz.

“Çocuk arabası tekerleği için en uygun format nedir?”

Aşağıdaki ayırt edici sorulardan hangisi çocuk açısından sürüşün en az sarsıntısız olmasını sağlamaya yöneliktir?

- A) Araba 3 tekerlekli mi yoksa 4 tekerlekli midir?
- B) Ön tekerlek ile arka tekerlek arasındaki mesafe nedir?
- C) Çocuğun oturduğu kısımda yumuşak koruyucu yastık var mı?
- D) Çocuk kaç yaşındadır?
- E) Kaldırımın asfalt mı yoksa döşeme parke midir?

5) Aşağıdaki verilen durum(problem) üzerinde düşününüz.

“Büyük bir süper marketin çok sayıda satış kasası bulunmaktadır. Yoğun zamanlarda birkaç parça ürün alan müşteriler için kasalar önünde uzun süre beklemek çekilmez olmaktadır. Belirli bir sayıdan az miktarda ürün alan müşteriler için hızlı(express) kasalar oluşturulmalı mıdır?”

Yukarıdaki problemin çözümüyle ilgili olarak alt problemler oluşturularak simülasyon yöntemiyle bu sorulara cevaplar aranmaktadır. Aşağıdaki seçeneklerden hangisi tamamlanmamış problem cümlesini bitirmek için en uygundur?

Bir süper markette 5 satış kasası olduğunu varsayınız. Müşteriler kasalara düzgün aralıklarla ve rast gele sayıda ürünlerle (30 dan az) gelmektedirler. Simülasyon yöntemiyle normal işleyen 5 kasada her bir müşterinin ortalama bekleme süresini bulunuz ve bu süreyiile karşılaştırınız.

- A) Bir tane kasa normal işlerken diğer 4 kasanın 8 parçadan az ürün alanlar için kullanıldığı durumda her bir müşterinin ortalama bekleme süresi
- B) 4 adet kasa normal işlerken, kalan bir kasanın az sayıda ürün alan müşteriler için kullanıldığı durumda her bir müşterinin ortalama bekleme süresi
- C) Bir tane kasa normal işlerken kalan 4 kasanın az sayıda ürün alan müşteriler için kullanıldığı durumda her bir müşterinin ortalama bekleme süresi
- D) Bazı kasalar normal işlerken diğer kasaların 8 parçaya kadar ürün alan müşteriler için kullanılması durumunda her bir müşterinin ortalama bekleme süresi
- E) 4 kasa normal işlerken kalan 1 kasanın 8 parçaya kadar ürün alan müşteriler için kullanıldığı durumda her bir müşterinin ortalama bekleme süresi

6) Aşağıdaki seçeneklerden hangisi uzun bir binanın tepesinden bırakılan bir cismin düştüğü mesafeyi zamana(t) bağlı olarak ifade eden en yakın matematiksel ifadedir?

- A. $e^{5t} - 1$ B. $(1-5t)^2$ C. $5t$ D. $5t^2$ E. $\frac{1}{1+e^{5t}}$

7) Aşağıdaki verilen durum üzerinde düşününüz.

“Hava alanında bir havayolu şirketinin yolcuları çok sayıda bilet-onay noktasından uçuş kaydı yaptırabilmektedirler. Yolcu sayısının yoğun olduğu zamanlarda bilet onay noktalarındaki uzun süren kuyruklar yolcular için can sıkıcı olmaktadır. Havayolu şirketi bütün yolcuları tek bir sıraya dizip boşalan bilet-onay noktalarına yolcu çağırma yöntemini mi yoksa her bir bilet-onay noktasında ayrı bir kuyruk oluşturma yöntemini mi kullanmalıdır?”

Yukarıdaki problemin çözümüyle ilgili olarak alt problemler oluşturularak simülasyon yöntemiyle bu sorulara cevaplar aranmaktadır. Aşağıda tamamlanmamış problem cümlesini tamamlamak için en uygun seçenek hangisidir?

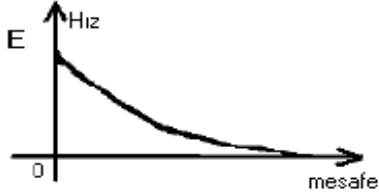
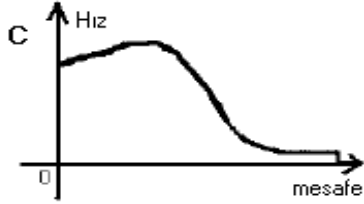
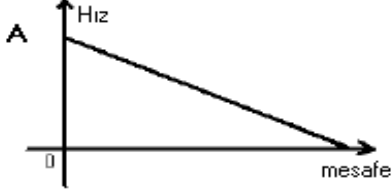
10 tane bilet-onay noktasının olduğunu ve yolcuların bu noktalara düzenli aralıklarla ve rast gele miktarda bagajlarla ulaştıklarını düşününüz. Her bir bilet-onay noktası önünde bir kuyruk oluşturulduğu durumda simülasyon yöntemini kullanarak her bir yolcunun ortalama bekleme süresini bulunuz ve bunuile karşılaştırınız.

- A) 5 bilet-onay noktasının önünde beş farklı sıra oluşturulduğu ve diğer 5 bilet-onay noktası için bir kuyruk oluşturulduğu durumda her bir bireyin ortalama bekleme süresi
- B) 10 bilet-onay noktasının tümü için tek bir sıra oluşturulduğu durumda her bir yolcunun ortalama bekleme süresi
- C) Bazı bilet-onay noktaları için ayrı ayrı kuyruk ve kalan bilet-onay noktaları için ise tek bir sıra oluşturulduğu durumda her bir yolcunun ortalama bekleme süresi
- D) 8 bilet-onay noktası için ayrı sıra ve kalan 2 bilet-onay noktası için tek bir sıra oluşturulduğu durumda her bir yolcunun ortalama bekleme süresi
- E) 2 bilet-onay noktası için ayrı ayrı iki kuyruk ve kalan sekiz bilet-onay noktası için tek bir kuyruk oluşturulduğu durumda her bir yolcunun ortalama bekleme süresi

8) Bir uçak çok yoğun bir havaalanına iniş yapmak için havada bekletilmektedir. Uçak belirli bir yükseklikte sabit bir hızla daireler çizerek uçmaktadır. Uygun bir

vakitte uçağın iniş yapıp (tekerlekler üzerinde) terminale kadar gidip körüğe yanaşması talimatı verilmiştir.

Aşağıdaki grafiklerden hangisi uçağın daireler çizerek uçuşundan terminale yanaşmasına kadar geçen süreçte, uçağın aldığı yola bağlı olarak hız değişimini en iyi gösterir?



9) Aşağıdaki verilen durum üzerinde düşününüz.

Bir bilgisayar satış ofisine yeni yazıcılar alınacaktır. Alfa marka yazıcıların her birinin fiyatı p lira ve Beta marka yazıcıların her birinin fiyatı q liradır. Alfa marka yazıcıların her biri r m² yer kaplarken Beta marka yazıcıların her biri s m² yer kaplamaktadır. Kullanılabilecek alanın tamamı t m² dir. Her bir markadan en az b adet alınacak ve toplam harcama A lirayı geçmeyecektir.

Aşağıda verilen seçeneklerden hangisi x adet Alfa marka ve y adet Beta marka yazıcının alındığı durumunun matematiksel ifadesidir?

- A) $px+qy \leq A$ olmak şartıyla
 $x \geq b$, $y \geq b$ ve
 $xr + sy \leq t$
- B) $px+qy \leq A$ olmak şartıyla
 $x > b$, $y > b$ ve
 $xr + sy < t$
- C) $py+qx \leq A$ olmak şartıyla
 $x \geq b$, $y \geq b$ ve
 $xs + ry \leq t$
- D) $(p+q)(r+s) = A$ olmak koşuluyla
 $x > b$, $y > b$ ve
 $(x+y)(r+s) \leq t$
- E) $px+qy \geq A$ olmak koşulu ile
 $x \leq b$, $y \leq b$ ve
 $xr + sy \geq t$

10) Aşağıdaki verilen durum üzerinde düşününüz.

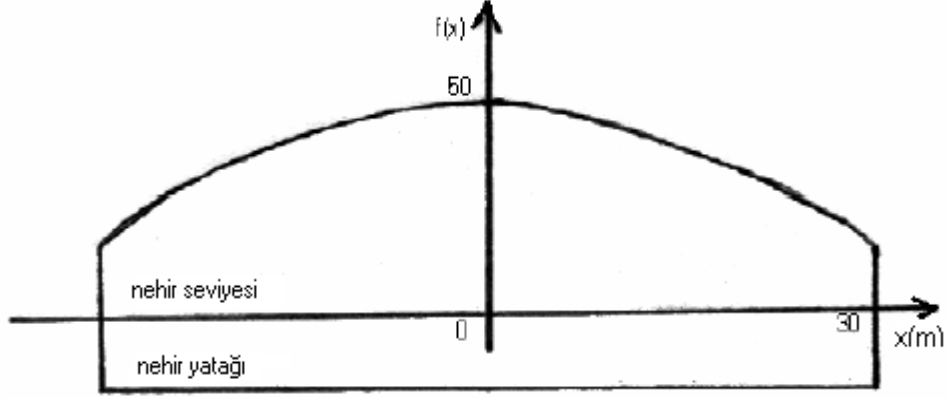
Üniversite acil durumlarda tahliye süresini belirlemek için düzenli aralıklarla yangın tatbikatı yaptırmaktadır. Bir laboratuvarın (öğrencilerin tek sıra halinde boşalttıkları varsayımı ile) tahliye edilme süresi üzerinde düşününüz.

Aşağıdaki seçeneklerden hangisi bu durumun matematiksel modellemesinde göz önünde bulundurulması gereken parametreleri, değişkenleri ve sabitleri içermektedir?

- A) Alarm çaldıktan sonra geçen süre; t sürede tahliye edilen öğrenci sayısı; tahliye zamanının öğleden önce ya da sonra olması
- B) Tahliye edilecek toplam öğrenci sayısı; alarm çaldıktan sonra geçen süre; t sürede tahliye edilen öğrenci sayısı
- C) t sürede tahliye edilen öğrenci sayısı; tahliyenin öğleden önce ya da sonra olması; laboratuvar kapılarının genişliği
- D) bütün öğrencileri tahliye etmek için gereken süre; binayı boşaltırken öğrenciler arasındaki mesafe; laboratuvar kapılarının genişliği
- E) öğrencilerin laboratuvarı boşaltma hızı; binanın dışına ilk öğrenci çıkıncaya kadar geçen süre; taşınan çanta ve kitap miktarları

11) Büyük ve geniş bir nehir üzerinde kurulu olan köprü nedeniyle, nehirde taşınacak nesnelere için yükseklik ve yükseklik sınırlaması getirilmiştir.

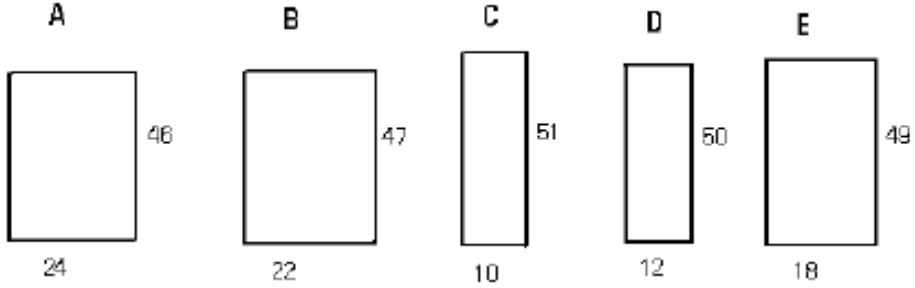
Aşağıda gösterilen simetrik şekilde nehrin genişliği 60m ve köprünün nehir seviyesinden yüksekliği $f(x)$ fonksiyonuyla modellenmiş ve bu fonksiyonun aldığı bazı değerler aşağıda tabloda verilmiştir.



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 şekli ve boyutları verilen nesnelere hangisi köprünün altından geçebilir?

(Not: Taşıma esnasında cismin tabanının nehir seviyesinden 2m aşağıda olduğunu varsayınız)?



12) Aşağıdaki verilen durum üzerinde düşününüz.

Bir süper marketin satış kasasında iki adet kuyruk bulunmaktadır. Birinci kuyrukta her birinde n_1 tane ürün olan m_1 müşteri, ikinci kuyrukta ise her birinde n_2 ürün olan m_2 müşteri beklemektedir. Her bir ürünü kasadan geçirmek t saniye ve her bir müşteri için ürünler kasadan geçtikten sonra ödeme yapınca kadar geçen süre p saniyedir. Müşteriler hangi kuyruğa geçmelerinin en iyi seçim olacağını bilmek istemektedirler.

Aşağıdaki seçeneklerden hangisinde birinci kuyruğun çok beklemek istemeyen bir müşteri için daha uygun olduğunu 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)** $m_1(p+n_1t) \leq m_2(p+n_2t)$

Ek3: Etkinlik I

Etkinlik 1

1) Son sınıf öğrencileri mezuniyet kutlamaları için 500 YTL ile güzel bir yer kiralamışlardır. Parti için kişi başına satılacak bilet ücreti 80 YTL olarak belirlenmiştir. Satılan bilet sayısına göre organizasyondan elde edilecek gelir miktarını gösteren bir matematiksel ifade (fonksiyon, grafik..) geliştiriniz ve organizasyonun hangi durumda kara geçmeye başladığına karar veriniz.

2) Bir teyp kaseti düşününüz. Teyp, kasetteki makaraları döndürerek bir makaradan diğerine sarım yapmaktadır. Bir kasetin başlangıçtan ilk yüzü bitinceye kadar olan süreçte makaraların hızlarının ve yarıçaplarının nasıl değiştiğini ayrıntılı(matematiksel) olarak açıklayınız.

3) Zamana bağlı hız fonksiyonu $V(t) = t^2 - 2t + 16$ (m/sn) olan bir aracın $t=10$ sn sonunda aldığı yolu hesaplayınız.

Ek4: Etkinlik II

Etkinlik-2

1. Bir yarış arabasının ayrıntılı test edilme sürecinde belirli bir sürede durabilme mesafesi belirlenmesi için test yapılacaktır. Arabanın ilk hızı 20 metre/saniye olarak kayda başlanan bir testte araba 10 saniye sonra durmuştur. Bu 10 saniye sürecinde araba monoton azalan bir hızla hareketine devam etmiştir. Aşağıdaki tablo arabanın hızının değişen değerlerini göstermektedir.

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

Arabanın 10 saniye sonunda gittiği mesafe yaklaşık olarak kaç metredir?(Not: *bulduğunuz değer en iyi tahmin olup olmadığını düşününüz*)

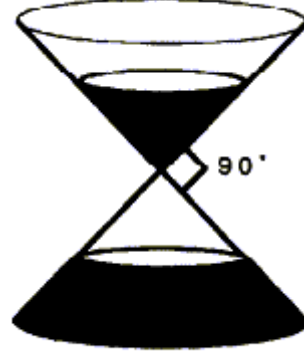
2. Telefonunuzla uzun bir süre görüşme yapmayı düşünüyorsunuz. Kullandığımız hattın ücret tarifesi şu şekildedir. Görüşme süresinin ilk dakikası 100 kuruştur. Devam eden süreçte her bir dakika 20 kuruş üzerinden ücretlendirilmektedir. Bu telefon görüşmesi sonunda her hangi bir t görüşme süresi için borcunuzu ifade edecek bir matematiksel ifade ve bir grafik gösterimi bulmaya çalışınız.

Not: 1 dakikadan az bir süre için yine bir dakikalık ücret tarifesi alınmaktadır.

Ek5: Etkinlik III

Etkinlik-3

1) Yandaki resimde görülen kum saati, yarıçapları yüksekliklerine eşit olan iki eş ve simetrik koniden oluşmaktadır. İki koniyi birbirine bağlayan, yandaki şekilde renkli olarak gösterilmiş, akışkan sıvı maddenin akışını sağlayan küçük bir kanal bulunmaktadır. Alt kısımdaki koni tam dolu iken, kum saati ters çevrildiğinde akışkan maddenin dolu koniden boş koniye tamamının boşalması 7,5 dakika sürmektedir. Akışkan maddenin akma hızı $0,5 \text{ cm}^3/\text{saniye}$ dir. (Akış hızı sabittir ve iki koniye birbirine bağlayan kanalın yüksekliği önemsizdir, ihmal edilebilir)



Kum saati üzerinde bir ölçek (derecelendirme) oluşturmak için, saatin alt kısmındaki koni için aşağıdaki tabloda gösterilen ölçümler alınmıştır.

Hacim (cm^3)	Akışkan Maddenin koni içerisinde oluşturduğu Yükseklik(cm)
25	0,23
50	0,48
75	0,76
100	1,06
150	1,82
200	3,08

Kum saatindeki konilerden her hangi birine baktığımızda aynı saati okuyabileceğimiz bir sistem geliştirmek istiyoruz. Kum saati üzerinde alt ve üst konilere bakıldığında aynı saatin okunacağı bir ölçek(derecelendirme) geliştiriniz ve ayrıntılı olarak açıklayınız.

2) Bir kamışın rüzgarlı bir havada suyun üzerinde kalan kısmının uzunluğu, rüzgardan ötürü sürüklendiği mesafe ve su üzerindeki boy farkları ölçülüyor. Bu ölçümler kullanılarak gölün derinliği hakkında ne söylenebilir?

Ek6: Değerlendirme Tabloları

Etkinlik 1-Problem 1

Kategori	Açıklama
<i>Doğru (D)</i>	<ul style="list-style-type: none">Fonksiyonu tanım ve değer kümesiyle doğru oluşturup, grafiği doğru çizenler
<i>Kısmen Doğru (K.D)</i>	<ul style="list-style-type: none">Grafik çizimi veya sözel ifadeleri doğru olup cebirsel ifadeleri yanlış olanlarCebirsel denklem ifadeleri doğru olduğu halde grafik çizimi eksik veya yanlış olanlar
<i>Yanlış (Y)</i>	<ul style="list-style-type: none">Problemde verilenler ve istenilenler ile ilgili olmayan, kullanılan fonksiyonun tanım ve değer kümesi doğru olmayan cevaplar
<i>Cevap Yok (C.Y)</i>	<ul style="list-style-type: none">Soru üzerinde herhangi bir işlem yapılmamış

Etkinlik 1-Problem 2

Kategori	Cevap
<i>Doğru (D)</i>	<ul style="list-style-type: none">Her iki makaradaki yarıçap ve hız değişimini sözel ve grafik olarak doğru ifade edenlerBoş makaranın yarıçapının azalarak arttığını, dolu makaranın yarıçapının ise artarak azaldığını sözel ve grafik olarak ifade edenler.
<i>Kısmen Doğru (K.D)</i>	<ul style="list-style-type: none">Grafik çizimi veya sözel ifadeleri doğru olup cebirsel ifadeleri yanlış olanlarCebirsel denklem ifadeleri doğru olduğu halde grafik çizimi eksik veya yanlış olanlar
<i>Yanlış (Y)</i>	<ul style="list-style-type: none">Her iki makaradaki yarıçap ve hız değişimini yanlış ifade edenler
<i>Cevap Yok (C.Y)</i>	<ul style="list-style-type: none">Soruya herhangi bir cevap verilmemiş

Etkinlik 1-Problem 3

Kategori	Cevap
<i>Doğru (D)</i>	<ul style="list-style-type: none">• İntegral kullanarak 0-10 saniye arasındaki alınan yolu doğru hesaplayanlar
<i>Kısmen Doğru (K.D)</i>	<ul style="list-style-type: none">• Grafik çizimi veya sözel ifadeleri doğru olup cebirsel ifadeleri yanlış olanlar• Cebirsel denklem ifadeleri doğru olduğu halde grafik çizimi eksik veya yanlış olanlar
<i>Yanlış (Y)</i>	<ul style="list-style-type: none">• Her iki makaradaki yarıçap ve hız değişimini yanlış ifade edenler
<i>Cevap Yok (C.Y)</i>	<ul style="list-style-type: none">• Soruya herhangi bir cevap verilmemiş

Etkinlik 2-Problem 1

Kategori	Açıklama
<i>Doğru (D)</i>	<ul style="list-style-type: none">• Grafik çizimi ve cebirsel hesaplamaların her ikisi de doğru olanlar.
<i>Kısmen Doğru (K.D)</i>	<ul style="list-style-type: none">• Grafik çizimi veya sözel ifadeleri doğru olup cebirsel ifadeleri yanlış olanlar• Cebirsel denklem ifadeleri doğru olduğu halde grafik çizimi eksik veya yanlış olanlar• Grafik çizimi ve cebirsel ifadelerin her ikisi de eksik olduğu halde yaklaşık değer bulanlar
<i>Yanlış (Y)</i>	<ul style="list-style-type: none">• Problemden verilenler ve istenilenler ile ilgili olmayan ve işlem hatalarından kaynaklanan doğru olmayan cevaplar
<i>Cevap Yok (C.Y)</i>	<ul style="list-style-type: none">• Soru üzerinde herhangi bir işlem yapılmamış veya verilenler kullanılarak sadece çok basit olan hesaplamalar yapılmış ve bırakılmış

Etkinlik 2-Problem 2

Kategori	Cevap
<i>Doğru (D)</i>	<ul style="list-style-type: none">Fonksiyonu tanım ve değer kümesiyle doğru oluşturup, grafiği doğru çizenler
<i>Kısmen Doğru (K.D)</i>	<ul style="list-style-type: none">Grafik çizimi veya sözel ifadeleri doğru olup cebirsel ifadeleri yanlış olanlarCebirsel denklem ifadeleri doğru olduğu halde grafik çizimi eksik veya yanlış olanlar
<i>Yanlış (Y)</i>	<ul style="list-style-type: none">Fonksiyon ve grafik çizimi yanlış, fonksiyon yazarken tanım kümesi yanlış
<i>Cevap Yok (C.Y)</i>	<ul style="list-style-type: none">Soruya herhangi bir cevap verilmemiş, verilenlerle gölün derinliği bulunamayacağı belirtilmiş

Etkinlik 3-Problem 2

Kategori	Cevap
<i>Doğru (D)</i>	<ul style="list-style-type: none">Şekli çizip, bilinen ve bilinmeyen değişkenleri şekil üzerine doğru yerleştirip, cebirsel işlemler sonucunda doğru sonuca ulaşanlar
<i>Kısmen Doğru (K.D)</i>	<ul style="list-style-type: none">Sözel olarak doğru ifade edilmiş ancak matematiksel ifadesi eksik veya şekli çizip değişkenleri şekil üzerine doğru yerleştirdiği halde sonuca tam ulaşamamış.
<i>Yanlış (Y)</i>	<ul style="list-style-type: none">Şekil yanlış çizilmiş veya çizilememiş, şekil doğru çizildiği halde değişkenler yanlış yerleştirilmiş veya yerleştirilememiş, değişkenler doğru yerleştirildiği halde cebirsel hesaplamalarda yanlışlık yapılmış
<i>Cevap Yok (C.Y)</i>	<ul style="list-style-type: none">Soruya herhangi bir cevap verilmemiş, verilenlerle gölün derinliği bulunamayacağı belirtilmiş