

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

ORTAÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN
ADAYLARININ MATEMATİKSEL MODELLEME YAPABİLME
BECERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ ÜZERİNE BİR
ARAŞTIRMA

DOKTORA TEZİ

Hazırlayan
ÖZGE ÖZER KESKİN

ANKARA-2008

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

ORTAÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ
MATEMATİKSEL MODELLEME YAPABİLME BECERİLERİNİN
GELİŞTİRİLMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

DOKTARA TEZİ

Hazırlayan
Özge ÖZER KESKİN

Tez Danışmanları
Doç. Dr. Safure BULUT
Doç. Dr. Ahmet ARIKAN

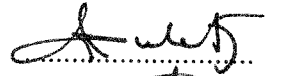
Ankara - 2008

Özge Özer Keskin'in Ortaöğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Yapabilme Becerilerinin Geliştirilmesi Üzerine Bir Araştırma başlıklı tezi 30.01.2008 tarihinde, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Öğretmenliği Bilim Dalında jürimiz tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Adı Soyadı

İmza

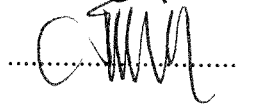
Üye (Tez Danışmanı): Doç.Dr.Safure BULUT



Üye (Tez Danışmanı):Doç.Dr. Ahmet ARIKAN



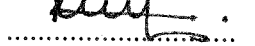
Üye : Prof.Dr. Ziya ARGÜN



Üye : Prof. Dr. Halil İbrahim YALIN



Üye : Prof. Dr. Hüseyin UĞURLU



ÖNSÖZ

Araştırmamın gerçekleşmesinde yardım ve desteklerini esirgemeyen Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü yöneticileri ve personeline teşekkürlerim sonsuzdur. Öncelikle çalışmamın her aşamasında yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen, kendime örnek aldığım sayın hocalarım Doç. Dr. Ahmet Arıkan ve Doç. Dr. Safure Bulut’a sonsuz teşekkürler. Araştırmamın yazım aşamasında fikirleri ve desteğiyle bana güç veren sayın Arş. Gör. Handan Çolak’a teşekkür ederim.

Ayrıca araştırmamın ve doktora öğrenimimin her aşamasında desteklerini benden esirgemeyen eşim Osman Keskin, annem Nesrin Özer, babam Halil Özer, ağabeyim Özgür Özer ve dostum Gül İpbüken’e teşekkür ederim.

Özge ÖZER KESKİN

Ankara 2008

ÖZET

**ORTAÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ
MATEMATİKSEL MODELLEME YAPABİLME BECERİLERİNİN
GELİŞTİRİLMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Özer Keskin, Özge

Doktora, Matematik Eğitimi Bilim Dalı

Tez Danışmanları: Doç. Dr. Safure Bulut ve Doç. Dr. Ahmet Arıkan

Ocak – 2008

Amaç, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme bilgi, beceri ve görüşlerini incelemektir. Milli Eğitim Bakanlığının yayınlamış olduğu matematik dersi orta öğretim programında matematiksel modellemeye yer verilmektedir. Ortaöğretim matematik öğretmen adayları ve eğitimcileri için matematiksel modelleme ile ilgili yapılan bu çalışmanın önemli olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada durum analizi kullanılmıştır. Bir devlet üniversitesinin ortaöğretim matematik öğretmenliği 3. sınıf öğretmen adaylarından 21 kişi ile matematiksel modelleme üzerine, bir dönem boyunca ders yapılmıştır. Uygulama öncesinde ve sonrasında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili görüşleri ve yetenekleri hakkında bilgi sahibi olmak amacıyla ön ve son matematiksel modelleme görüş anketleri uygulanmıştır. Ayrıca ön ve son matematiksel modelleme beceri testleri uygulanmıştır. Ayrıca 5 öğretmen adayı ile ön ve son görüşmeler yapılmıştır.

Araştırmanın alt problemlerine cevap verebilmek için hem nicel hem de nitel veri analizleri yapılmıştır. Görüşlerinin incelenmesi sırasında fenomenografik yöntem kullanılmıştır. Analitik dereceli puanlama anahtarı ile matematiksel modelleme beceri testinden aldıkları puanlar belirtilmiştir. Son matematiksel modelleme beceri testinde genel olarak ön matematiksel modelleme beceri testinden daha başarılı oldukları söylenebilir. Uygulama sonunda öğretmen adaylarının son matematiksel modelleme görüş anketi ve görüşmelere verdikleri yanıtlara göre ilk duruma göre gelişme olduğu söylenebilir.

Sonuç olarak bu çalışmanın, eğitimciler, matematikçiler ve matematik öğretmeni eğitimi için yararlı bir kaynak olacağı düşünülmektedir.

ABSTRACT**A RESEARCH OF DEVELOPING THE PRE-SERVICE SECONDARY
MATHEMATICS TEACHERS' MATHEMATICAL MODELLING
PERFORMANCE****Özer Keskin, Özge****Doctorate, Mathematics Education****Thesis Advisors: A. P. Dr. Safure Bulut and A. P. Dr. Ahmet Arıkan****Ocak – 2008**

The purpose of the present study is to investigate the prospective secondary mathematics teachers' mathematical modelling knowledge, skills and opinions. In the secondary school mathematics curriculum Published by Ministry of National Education gives emphasis on Mathematical modelling. Mathematical modelling is very important issue for secondary mathematics teacher and mathematics educators.

The research design of the study is a "case study". The study was conducted with 21 third-year prospective teachers taking the elective course offered in a public university in Turkey during one semester. At the beginning of the semester and at the end of the semester the participants pre and post questionnaires were administered to learn about their experiences and opinions about mathematical modelling. Also, pre and post mathematical modelling performance tests were also given to subjects. Also, five of the participants were interviewed.

Both qualitative and quantitative analysis methods were utilized to answer the research questions. The interviews were analyzed by the phenomenographical method. Analytic method was used. to identify pre-service secondary mathematics teachers' mathematical modelling performance. The results of the study revealed that the participants were more successful in the post- mathematical modelling test than pre-test. There was a development in terms of opinions about mathematical modelling and knowledge by taking into account the questionnaires and interview results.

The results of the study have considerable implications for teacher educators and mathematicians.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

JÜRİ ÜYELERİNİN İMZA SAYFASI.....	i
ÖNSÖZ.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
TABLolar LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	ix

BÖLÜM

1.GİRİŞ.....	1
Problem Cümlesi.....	7
Alt Problemler.....	7
Varsayımlar.....	7
Amaç.....	8
Önem.....	8
Tanımlar.....	10
Sınırlılıklar.....	11
2.KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	
Teorik Çatı.....	12
İlgili Araştırmalar.....	28
3. YÖNTEM.....	
Araştırmanın Modeli.....	48
Çalışmaya Katılan Kişiler.....	48
Verilerin Toplanması.....	53
Verilerin Analizi.....	83
4. BULGULAR, YORUMLAR ve TARTIŞMALAR.....	86
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	184
Sonuç.....	184
Öneriler.....	190
KAYNAKÇA.....	193
EKLER.....	205

TABLOLAR LİSTESİ

- Tablo 1: Görüşmeye Katılan Kişilere Ait Kişisel Bilgiler
- Tablo 2: Görüşmeye Katılan Öğretmen Adaylarının Durumları
- Tablo 3: Çalışmaya Katılan Öğretmen Adaylarının Durumları
- Tablo 4: Ön M. M. B. T. de Yer Alan "Sera Etkisi" Sorusuna İlişkin A. D. P. A. ya İlişkin Bulgular
- Tablo 5: Son M. M. B. T. de Yer Alan " Kepler'in Üçüncü Yasası " Sorusuna İlişkin A. D. P. A. ya İlişkin Bulgular
- Tablo 6: Ön M. M. B. T. de Yer Alan "Trafik Lambası" Sorusuna İlişkin A. D. P. A. ya İlişkin Bulgular
- Tablo 7: Son M. M. B. T. de Yer Alan " Hindistan'daki Nüfus Büyümesi" Sorusuna İlişkin A. D. P. A. ya İlişkin Bulgular
- Tablo 8: Ön M. M. B. T. de Yer Alan "Basit Sarkaç" Sorusuna İlişkin A. D. P. A. ya İlişkin Bulgular
- Tablo 9: Son M. M. B. T. de Yer Alan "Boru içindeki suyun durgun akışı" Sorusuna İlişkin A. D. P. A. ya İlişkin Bulgular
- Tablo 10: Ön Görüşmede Yer Alan 1. Soruda “Matematiksel Modelleme” İfadesine Verilen Cevapların Analizi
- Tablo 11: Ön Görüşmede Yer Alan 1. Soruda “Bu ifadeyi daha önce duydunuz mu?” İfadesine Verilen Cevapların Analizi
- Tablo 12: Son Görüşmede Yer Alan 1. Soruda “Matematiksel modelleme ifadesinden ne anladığınızı açıklayınız” ifadesine Verilen Cevapların Analizi
- Tablo 13: Son Görüşmede Yer Alan 1. Soruda “Matematiksel modelleme ile ilgili örnekler veriniz” ifadesine Verilen Cevapların Analizi
- Tablo 14: Son Görüşmede Yer Alan 2. Soruda “Matematiksel modelleme ifadesini bu dersten önce duymuş muydunuz? Eğer duymuşsanız nerede duyduğunuzu açıklayınız” ifadesine Verilen Cevapların Analizi
- Tablo 15: Ön Görüşmede Yer Alan 2. Soruda “Gerçek hayat problemi denildiğinde ne anlıyorsunuz?” İfadesine Verilen Cevapların Analizi
- Tablo 16: Ön Görüşmede Yer Alan 2. Soruda “Daha önce matematiksel bilgi ve becerileri kullanarak bir gerçek hayat problemi çözdünüz mü? Bu çözüm işinize yaradı mı? ” ifadesine Verilen Cevapların Analizi
- Tablo 17: Ön Görüşmede Yer Alan 9. Soruda “Size gerçek hayatla ilgili veriler verildiğinde ve bu verileri kullanarak bir problemin çözümü istendiğinde nasıl bir yol izlersiniz?” İfadesine Verilen Cevapların Analizi
- Tablo 18: Son Görüşmede Yer Alan 6. Soruda “Size matematiksel modelleme ile ilgili veriler verildiğinde ve bu verileri kullanarak bir problemin çözümü istendiğinde nasıl bir yol izlersiniz?” İfadesine Verilen Cevapların Analizi
- Tablo 19: Ön Görüşmede Yer Alan 10. Soruda “Gelecekte gerçek hayatla ilgili bir durumu tahmin etmeniz istense neler yaparsınız?” İfadesine Verilen Cevapların Analizi
- Tablo 20: Son Görüşmede Yer Alan 7. Soruda “Gelecekteki bir durumu tahmin etmeniz istense neler yaparsınız?” İfadesine Verilen Cevapların Analizi
- Tablo 21: Öğrencilerin 8. Soruya Verdikleri Yanıtlara İlişkin Likert Tipi Ölçeğe Dayalı Frekanslar ve Yüzdelere

- Tablo 22: Ön Görüşmede Yer Alan 3. Soruda “Üniversite öncesi aldığınız eğitimin gerçek hayat problemlerinin çözümünde faydasının olup olmadığını açıklayınız.” İfadesine Verilen Cevapların Analizi
- Tablo 23: Ön Görüşmede Yer Alan 4. Soruda “Üniversite süresince aldığınız eğitimin gerçek hayat problemlerinin çözümünde faydasının olup olmadığını açıklayınız.” İfadesine Verilen Cevapların Analizi
- Tablo 24: Son Görüşmede Yer Alan 3. Soruda “Üniversite süresince aldığınız eğitimin matematiksel modelleme ile ilgili bilgi ve becerinize faydasının olup olmadığını açıklayınız. Eğer üniversitede aldığınız eğitimin faydası olmuştaysa hangi ders/dersler olduğunu nedenleri ile birlikte açıklayınız.” İfadesine Verilen Cevapların Analizi
- Tablo 25: Ön Görüşmede Yer Alan 5. Soruda “Matematik öğretim programında gerçek hayat problemlerine yer verilmesi hakkında ne düşünüyorsunuz? Açıklayınız.” İfadesine Verilen Cevapların Analizi
- Tablo 26: Son Görüşmede Yer Alan 4. Soruda “Ortaöğretim Matematik Öğretim Programında matematiksel modellemeye yer verilmesi hakkındaki düşüncelerinizi nedenleri ile birlikte açıklayınız.” İfadesine Verilen Cevapların Analizi
- Tablo 27: Ön Görüşmede Yer Alan 6. Soruda “Siz öğretmenlik yaparken gerçek hayat problemlerine derslerinizde ne kadar yer vermeyi düşünüyorsunuz? Açıklayınız.” İfadesine Verilen Cevapların Analizi
- Tablo 28: Son Görüşmede Yer Alan 5. Soruda “Siz öğretmenlik yaparken matematiksel modellemeyi derslerinizde ne kadar yer vermeyi düşündüğünüzü açıklayınız.” İfadesine Verilen Cevapların Analizi
- Tablo 29: Ön Görüşmede Yer Alan 7. Soruda “Uygulamalı matematik dersini seçmenizin nedeni nedir?” İfadesine Verilen Cevapların Analizi
- Tablo 30: Son Görüşmede Yer Alan 8. Soruda “Üniversitede matematiksel modelleme üzerine bir dersin verilmesi hakkındaki düşüncelerinizi açıklayınız.” İfadesine Verilen Cevapların Analizi

ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 1: Alan Schoenfeld'den (1985) alınan Problem Çözme Diyagramı
- Şekil 2: Modelleme Sürecinin Düğümleri (Doerr, 1997: 268)
- Şekil 3: Matematiksel Modellemenin basit bir görünümü (Berry ve Houston, 1995: 24)
- Şekil 4: Modelleme süreci (Berry ve Houston, 1995: 40)
- Şekil 5: Matematiksel modelleme diyagramı
- Şekil 6: Yaşayan ölü rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm
- Şekil 7: John Nesh rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm
- Şekil 8: Samsun rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm
- Şekil 9: Samsun rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm
- Şekil 10: Bahar rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm
- Şekil 11: Hiçbirşey rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm
- Şekil 12: Hiçbirşey rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm
- Şekil 13: Yaşayan ölü rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm
- Şekil 14: İrfan rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm
- Şekil 15: Legent rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm
- Şekil 16: Neşe rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm
- Şekil 17: Neşe rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm
- Şekil 18: Yaşayan ölü rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm
- Şekil 19: Linyit rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm
- Şekil 20: İrfan rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm
- Şekil 21: Nats rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm
- Şekil 22: Samsun rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm
- Şekil 23: Patron rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm
- Şekil 24: Antika rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm
- Şekil 25: Nats rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm
- Şekil 26: İrfan rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm
- Şekil 27: Şimşek rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm
- Şekil 28: Hiçbirşey rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm
- Şekil 29: Patron rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm
- Şekil 30: Mavi rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm

KISALTMALAR CETVELİ

M. M. B. T. : Matematiksel Modelleme Beceri Testi

A. D. P. A. : Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Bu bölümde, “Problem Durumu”, “Problem Cümlesi”, “Alt Problemler”, “Araştırmanın Amacı”, “Araştırmanın Önemi”, “Varsayımlar”, “Sınırlılıklar” ve “Tanımlar” alt başlıkları ele alınmıştır.

1.1 Problem Durumu

Matematik Dersi Öğretim Programı ve Kılavuzu (9-12. sınıflar) na (2005) göre, “matematik, ele alınan bilgiyi ya da problemlerin çözümlerini içeren yolları buluşçu düşünceye dayalı sistematik bilgi olarak ifade etmemizi sağlayan bir evrensel dil, evrensel kültür ve teknolojidir.”

Matematiği bilim dili olarak kabul edebiliriz. Matematik Dersi Öğretim Programı ve Kılavuzu, (9-12. Sınıflar) (2005) matematiksel çalışmanın esaslarını aşağıdaki gibi özetlemektedir:

- ✓ Mantıksal ilişkileri bulmak ve bu ilişkileri anlamak,
- ✓ Bulunan bu ilişkileri sınıflandırmak ve bu ilişkilerin doğruluğunu kanıtlamak,
- ✓ Doğruluğu kanıtlanan bu ilişkileri genellemek ve hayata taşıyıp uygulayabilmek.

Matematiği diğer okul dersleri ile ilişkilendirmek fazla çaba gerektirmektedir. Matematik ve gerçek hayat, matematik ve diğer okul dersleri arasında bağ oluşturmak zordur. D’Ambrosio’ya (1989) göre matematik ve fen bilimleri eğitimcileri, fen bilimlerinde karşılaşılan sorunlarla yüzleşmek zorunda kalırlar. Çünkü, öğrenciler geçmiş yıllarda gerekli matematiği almış olmalarına rağmen ilkökul seviyesinde fen bilimlerinde matematiği uygulayamamaktadırlar. Matematik öğretimi ve matematiğin diğer derslerde kullanımı esnasında matematik eğitimcileri modellemeyi kullanırlar.

Cooke’a (2003) göre ilk olarak gerçek hayat problemlerini çözmek için ve ikinci olarak daha genel ve soyut araştırmaların sonuçlarını elde etmek ve şekiller arasındaki ilişkileri açıklamak için matematik kullanılmaktadır.

“Gerçek hayatta karşımıza çıkan bir problemi iyi formüle etmek, onu yarı yarıya çözmek demektir” (D’Ambrosio, 1989: 23). Problemi belirtmek için biçimsel araçlar gerekli değildir. Deneysel kanıt yolu ile problem çözülebilir. Bir problem belirlendiğinde grafik çizerek ya da hesaplama yaparak ona uygun sunum yapılmalıdır. Problem ve problemin çözümü için uygun sunumların seçilmesinde çoğunlukla bilgisayar kullanılır. Modelleme bu aşamada önemlidir. Modeller gerçekliğin bir parçasıdır. Vitale’ye (1989) göre problemler, onların gösterimleri ve modeller ortaöğretim öğrencilerinin ulaşabileceği şekilde sınırlandırılmalıdır. Problemlerin birçoğu açık uçlu problemlerdir ve bunların bir tek doğru cevabı yoktur. Öğretmenler profesyonel matematikçiler tarafından belirlenen problemleri ve onların çözümlerini öğretmelidirler. Açık uçlu problemler matematik öğretim programının en önemli parçasıdır.

Moscardini’ye (1989) göre matematiğin doğası gereği platonist ve formalist olmak üzere iki okul vardır ve matematikçilerin çoğunluğu bir tanesinde toplanmaktadırlar. Platonist okulundaki eğitimciler, matematiğin zamansız, sonsuz kurallar içerdiğine inanmaktadırlar. Bu kurallar insanlığın özgürce koyduğu kurallardır. Formalist okulundaki eğitimcilerin inancı, kendine öz, bireyler tarafından oluşturulan bilgi, bireyler tarafından kullanılmaktadır. Matematikçilerin çoğunluğu platonist olduklarını söyler ancak gerçekten formalistliği uygulamaktadırlar. Onlara göre iyi modelleme yapan bir kişi iyi becerilere sahip olmalıdır.

Akman, Yükselen ve Uyanık’a (2002) göre okul öncesi eğitim kurumlarında günlük olayları kullanmak, çocuklara matematiği öğretmek için bir fırsattır. Örneğin, yemek yerken her çocukla bir bardak ve bir peçete eşleştirilerek her masaya bunlardan kaç tane gerekli olduğu sayılabilir.

Matematiksel anlayışı geliştirmek için bir çok şey manipüle edilebilir. Boncuklar, düğmeler, küpler, geçmeli-takmalı oyuncaklar, çubuklar vb. güzel manipüle edilebilen materyallere örnek verilebilir. (Akman, Yükselen ve Uyanık, 2002: 12)

Silver'a (1987) göre son yıllarda matematik eğitimcileri, okul dışında ve okul içinde karşılaştıkları problemleri çözmeleri için öğrencilerin yeteneklerini matematiği kullanma ve uygulama doğrultusunda arttırmaya ilgi duymaktadırlar. Matematikte başlıca vurgulanılması gereken nokta problem çözmedir. Bu problemler ders kitaplarında yer alan problemler de olabilir, bunların dışındaki problemler de olabilir. Bu yüzden son yıllarda gerçek hayat problemleri üzerinde durulmaktadır.

Gerçek hayat problemlerinin önemini vurgulayan Blum ve Leib'e (2007) göre matematik öğretiminin amacı, öğrencilerin matematiksel bilgi, beceri ve yeteneklerini gerçek hayat problemlerini çözerken kullanmalarını sağlamaktır. Onlara göre iyi matematik öğretimi için aşağıdaki kriterler göz önüne alınmalıdır:

Özellikle modelleme becerilerini geliştirmek ve yaratıcı düşüncelerini sağlamak için öğrencilere olanak sağlamak, öğrenciler için bilişsel aktiviteler gerçekleştirmek, etkili ve öğrenci merkezli eğitim uygulamaktır.

Matematik eğitiminde matematiksel problemlerin önemi çok büyüktür. Blum ve Niss'e (1989) göre matematiksel problem iki çeşittir:

1- Uygulamalı matematik: Bazı matematiksel kavramları, metodları ve sonuçları gözönünde bulundurarak gerçek hayata ilişkin sorular ve durumlardır. Gerçek hayat ifadesinden kastedilen, okul ya da üniversitede matematikten farklı branşlar ya da günlük yaşamdır.

2- Pür matematiksel problem: Matematik dünyasının içinde yer alan durumlardır.

Ayrıca Blum ve Niss'e (1989) da belirttiği gibi matematik, fizik ve diğer bazı derslerde üzerinde çalışılan formüllerin ve genellemelerin her biri bir gerçek hayat problemi olarak ele alınabilir.

Yukarıda belirtildiği gibi Berry ve Houston'a (1995) göre uygulamalı matematik, sadece iyi bir problem çözme becerisi değildir. Bir matematikçi, matematiksel olmayan bir formda verilen bir problemi çözerek, sonuçları matematiksel olmayan bir formda vererek matematiğe karşı olan yeteneğini ortaya çıkarır.

Bahsedilen uygulamaya dayalı matematik öğretiminde Messmer'e (1989) göre gerçek hayatta matematiği kullanabilme becerileri birçok öğrenci tarafından geliştirilebilir. Bunun yanında bu beceri öğretilmelidir ve bu becerinin matematik öğretiminin içine doğru kolaylıkla transfer edilmesi beklenir. Yüksek motivasyonla uzun süren bir süreçte modelleme kabiliyeti kazanılabilir. Özellikle gerçek hayat durumlarında matematiği uygulama ve yorumlama kabiliyeti kazanılabilir. Uygulamaya dayalı matematik öğretimi, öğrencilerin matematiğe karşı motivasyonu ve ilgisini artırır.

Gerçek hayat problemlerine yer verilen ilköğretimde Gravemeijer'e (1997) göre öğrenciler kelime problemlerini çözerken, problemi anlamadan, neden yaptığını bilmeden sonuca ulaşmaya çalışırlar. Bunun iki sebebi vardır. Birincisi kelime problemlerinin (word problems) yapısı, ikincisi de sınıf ortamıdır. Problemlerin karakteri öğrencilerin gerçek durumdan ortaya çıkardığı durumlardır ve genellikle sınıf ortamı, okul matematiği ve gerçek hayat problemleri arasındaki ayrımının fark edildiği ortamdır. Burada öğrencilere problemler verildiğinde, öğrencilerden sadece kendi cevaplarını vermeleri beklenmez. Ancak öğrenciler, doğru cevapları hemen hızlı bir şekilde vermeye odaklanırlar, gerçek hayat problemlerini muhakeme etmeye çalışmazlar.

Buna ek olarak Berry ve Houston'a (1995) göre gerçek hayat problemlerini çözmek için matematiği kullanma amaçlarından birisi gerçek durumu tanımlayan bir matematiksel model elde etmektir. Grafik ya da eşitlik modellerden biri olabilir. Bir

matematiksel modelin bulunmasından sonra, gelecek hakkında bazı tahminlerde bulunulabilir.

Neredeyse her gün, birçok problem hayatımızı derinden etkilemektedir. Böylesi bir durumda istediğimiz acilen problemin ortadan kaldırılmasıdır. Fakat bu istek yalnız başına yeterli değildir. Torp'a (1997) göre, problemlerin çözümü noktasında yetiştirme şeklimiz ve bireysel gelişimimiz son derece önemlidir. Saban'a (2000) göre ise problemler ile ilgili bir takım anahtar olayları tanımlamak, gerekli bilgileri elde etmek ve kendi geliştirdiğimiz bir takım yöntemler ile probleme çözüm üretmek gerekmektedir.

Bunun için okul matematiği önemli bir yere sahiptir. Spanier'a (1992) göre uygulamalı matematik dersi öğretim programı içinde yer alan matematiksel modelleme oluşturulmasında yer alan başlıca problem, modellemeye ne kadar yer verildiğidir.

Schubauer-Leoni ve Perret-Clermont'a (1985) göre öğrencilere hayatın içinden problemler sorulduğunda kolaylıkla toplama ve çıkarma işlemlerini kullanarak bunları çözebildikleri ortaya çıkmıştır. Bunun yanında Ossimitz'e (1989) göre ekonomi ve iş dünyasında karşılaşılan matematiksel hesaplamalar için genellikle ilköğretim matematiği yeterlidir.

McLone (1973) de yaptığı bir araştırmaya göre UK üniversitelerinden mezun olan birçok matematikçiye göre modelleme dersi, geleneksel üniversite derslerinde göz ardı edilmiştir. Problem çözme alanı, yeni düşüncelerin geliştirilmesiyle ve matematik uygulamalarının yeni alanlarda ortaya çıkmasıyla matematiksel modelleme matematik öğretim programında yer almaya başlamıştır.

Pür matematiğin yer aldığı durumlar dışında Ossimitz'e (1989) göre ekonomi ve iş dünyasında matematiksel hesaplamalar genellikle ilköğretim aritmetiği seviyesinde yapılır. Karmaşık matematiksel algoritmalar ya da hesaplamalar, ekonomi eğitiminde ve uygulamalı iş eğitiminde kullanılır. Çalışanların ücretlerini hesaplamada kullanılan matematiksel işlemlerin dışındaki hesaplamalar pür matematiktir.

Aynı şekilde Williams’a (1989) göre ekonomide olduğu kadar fen bilimlerinde matematiksel modellemenin kullanıldığı alanlar yer almaktadır. Mekanikte gerçek problem çözme; sezgisel - biçimsel olmayan, ad hoc matematiksel modelleme ve Newton-bilimsel çatı altında matematiksel modelleme olarak üç seviyede gerçekleşmektedir. Bu süreçte öğrenciler küçük gruplara ayrılarak onlara modelleme yapabilecekleri uygulamalı aktivite ödevleri verilmektedir. Bu seviyeler birbirleri ile şöyle bağlantılıdır:

“Sezgisel – biçimsel olmayan matematiksel modellemede bazı basit gerçek hayat problemleri, biçimsel matematik ve biçimsel matematiksel modelleme kullanılmadan çözülür. Birçok öğrenci için bu aktiviteler problem çözmelerine karşı istek uyandırır. İçinde basit matematiğin yer aldığı ölçme, sıralama, yüzde ya da oran kullanılarak karşılaştırma gibi kavramların kullanımı öğrenciler için faydalı olur. Bunun yanında öğrenciler problem çözme becerilerini geliştirerek matematiksel modelleme yapabilme becerilerini geliştirirler.

Ad hoc matematiksel modellemede ilk aşamada değişkenler tanımlanır, veriler toplanır. İkinci aşamada grafik, kural, şekil ya da formül yardımı ile matematiksel model oluşturulur. Son aşama tahminde bulunma ve onu test etme aşamasıdır. Ad hoc matematiksel modellemede öğrencilerin başarılı olabilmeleri için en üst seviyede mekanik bilgisine ve çok iyi pür matematik bilgi ve becerisine sahip olmaları gerekmektedir.

Newton-bilimsel çatı altında matematiksel modelleme bilimsel çatı altında iyi kurulmuş bir modellemedir. Mekanikte bilimsel çatı Newton kanunlarından oluşur. Burada ilk aşamada gerçek hayat problemi ele alınır. Varsayımlar oluşturulur, değişkenler belirlenir ve model

kurulur. İkinci aşamada model bir matematik problemi olarak çözülür. Üçüncü aşamada yorumlanır ve geçerliliği test edilerek sonuca varılır” (Williams, 1989: 159).

Matematiğin nasıl kullanıldığını bilmek, uygulamalı matematikte yer alan gerçek hayat problemlerinin çözümü için önemlidir. Bunun en iyi nasıl öğretileceği de ayrı bir sorundur.

1.2. Problem Cümlesi

Matematiksel modelleme öğretiminin öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili bilgi, beceri ve görüşlerine etkisi nelerdir?

1.3. Alt Problemler

- 1) Matematiksel modelleme ile ilgili öğretim gören öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili bilgi ve becerileri nasıl değişmiştir?
- 2) Matematiksel modelleme ile ilgili öğretim gören öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili görüşleri nasıl değişmiştir?

1.4. Varsayımlar

Matematiksel modelleme görüş anketi uygulanan öğretmen adaylarının verilen matematiksel modelleme görüş anketini samimi bir şekilde yanıtlayacakları, görüşme yapılan öğretmen adaylarının, sorulara samimi bir şekilde cevap verecekleri, matematiksel modelleme beceri testi uygulanan öğretmen adaylarının verilen testi samimi bir şekilde yanıtlayacakları, uygulamaya katılan öğretmen adaylarının uygulama süresince tam katılım sağlayacakları varsayılmıştır.

1.5. Araştırmanın Amacı

Araştırmanın amacı, ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yapabilme bilgi, beceri ve görüşlerini incelemektir.

1.6. Araştırmanın Önemi

Blum ve Niss'e (1989) göre eğitim sisteminde matematik öğretimi iki farklı amaca hizmet etmektedir. Birincisi matematik ile ilgili yetenek ve bilgiyi öğrenciye kazandırmak, ikincisi de diğer branşlarda matematiğin kullanımı ile ilgili yetenek ve bilgiyi öğrenciye kazandırmaktır. Matematik öğretiminin çatısı iki farklı şekilde olabilir. Matematik tek başına ayrı bir konu olarak öğretilir ya da matematik belki diğer branşlarla birleştirilmiş olarak veya diğer branşların bir parçası olarak öğretilir.

Baykul'a (2003) göre matematik, bilimde olduğu kadar günlük yaşamımızdaki problemlerin çözülmesinde kullanılan önemli araçlardan biri olmaktadır. Bu ifadede yer alan 'problem' kelimesi sadece sayısal problemleri değil, genel olarak 'sorun' kelimesiyle adlandırdığımız problemleri de kapsamaktadır. Bu öneminden dolayı matematikle ilgili davranışlar ilköğretim programından, hatta okul öncesi eğitim programlarından yükseköğretim programlarına kadar her düzeyde ve her alanda yer alır.

Matsumiya, Yanagimoto ve Mori'ye (1989) göre eğitim sisteminde her bir konunun birbirinden bağımsız öğrenilmesi, matematiği öğrenmenin neden gerekli olduğunu anlamayan öğrenci sayısının artmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle bu görüşü değiştirmemiz gerekli görülmektedir.

Öğrencilerin içinde bulundukları gerçek dünyaya dayanarak, matematiği gerçek dünya problemlerine uygulamalarını sağlayacak yeni matematiği oluşturmaya çalışmalıyız. Önemli olan yalnızca teorik matematikle ilgilenmek değil; öğrencilere, düşünmenin matematiksel yollarını kullanarak, gerçek hayat problemlerini çözmelerine imkan sağlamaktır (Matsumiya, Yanagimoto ve Mori, 1989: 87).

Matsumiya, Yanagimoto ve Mori (1989) araştırmalarında 8. sınıf öğrencilerinin (14-15 yaşındaki öğrenciler) gerçek hayat problemlerinin çözümlerine yer vermektedirler. Öğrenciler okul matematiğinin yeni yüzü ile tanışmışlardır. Gerçek hayatla yakından ilişkili olduğunun farkına varmışlardır ve günlük hayatta onlara yardımcı olmuştur. Motivasyonları artmıştır. Matematiğe olan ilgileri artmıştır.

Maab'a (2006) göre okullarda matematiksel modelleme ve uygulamalara geniş çaplı olarak yer verilmeye başlanmıştır. Örneğın matematik eğitiminin bir amacı olan PISA alışması ile öğrencilerin günlük ve gelecekteki yaşantılarında matematiği kullanma kapasitelerinin geliştirilmesi vurgulanmaktadır. Öğrenciler günlük hayatla matematiğın ilişkisini anlamalıdır. Buna ek olarak öğrenciler, gerçek hayat problemlerini çözme yeteneğine sahip olmalıdırlar.

Lamberts'e (2005) göre gerçek hayat problemlerinin kullanıldığı matematiksel modellemenin diğer modellemeler arasında neden en önemli olduğu hakkında birçok sebep vardır. İlk olarak, matematiksel modeller önceden tahmin edilebilir ve tutarlı olmalıdır. Matematiksel ya da hesaplama modelleri iyi yapılandırılmamış (ill-defined) elemanlar içerir. İkinci olarak, tanımlanmış ya da kavramlaştırılmış varsayımlar, teorilerin matematiksel olarak formüle edilmesi ile kolayca bağlanır. Özellikle daha karmaşık teoriler için bu önemli bir avantajdır. Üçüncü olarak, matematiksel modeller analitikte önemli bir rol oynar. Hipotezlerin test edilmesinde kullanılabilir.

Bir şeyi bilip bilmediğimizi söylemek mümkündür. Diğer taraftan bilgi, bizim sahip olduğumuz ya da olamadığımız bir şeydir. Mesela, 7×8 i nasıl öğrendiniz? Birçok yetişkinin yaptığı gibi eğer ezberleyerek öğrendiyseniz, bu konu hakkındaki diğer fikirleri asla düşünmemişsinizdir. Anlama, ilişkilerin nitel ve nicel ölçümleri şeklinde tanımlanabilir. Anlama, uygun düşüncelerin varlığına ve yeni ilişkilerin kreasyonuna bağlıdır. Anlama asla bir öneri değildir (Van De Walle , 2004: 24).

Bireylerin anlaması bir süreç boyunca devam eder. Anlama, kavramlar ve prosedürlerin anlamlı bir ağı içinde yer alan bir çok düşüncelerle ilişkilidir. Hiebert

ve Carpenter'e (1992) göre 'ağ' ifadesi, birbirleriyle ilişkili düşüncelerdir. Skemp (1978), anlama sürecinin bir ucunda ilişkili anlama, diğer ucunda enstrümental anlamanın yer aldığını ifade ediyor. Ezberleyerek öğrenilen bilgi her zaman enstrümental olarak anlaşılır (Van De Walle , 2004: 24, 25).

Matematik öğretmeni adaylarının ileride kendi derslerinde, gerçek hayat problemlerini kullanabilmeleri, matematiksel modelleme yapabilmeleri matematik eğitimi açısından önemlidir. Bu yüzden öncelikle matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin ne düzeyde olduğunu belirlenmesi gerekmektedir. Daha önce eğitim bilimlerinde matematiksel modelleme ile ilgili bir tez çalışması yapılmamıştır. Bu çalışma ile ileride bu konu ile ilgili yapılacak olan çalışmalara ve matematik eğitimine önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.7. Tanımlar

Gerçek hayat problemi: Uygulamalar olarak adlandırılabilir. Matematiksel modeller ya da daha genel olarak gerçek hayatla ilişkili olabilecek matematiğin her parçasına ait problemlere gerçek hayat problemi denir (Blum ve Niss, 1989: 3).

Matematiksel model: Bir gerçek modelin, verisi, kavramları, ilişkileri, durumları ve varsayımları matematiğe dönüştürülür. Bir gerçek modelin matematik yardımıyla oluşturulan modele bir matematiksel model denir (Blum ve Niss, 1989: 2).

Matematiksel modelleme: Gerçek hayat problemlerinin üstesinden gelme sürecidir. Matematiksel modelleme sürecinde gerçek hayattan bir problemi alınır. İlk aşama, problemi anlama aşamasıdır. Problem tanımlanır ve probleme uygun veriler toplanarak analiz edilir. İkinci aşamada problemin çözümü için gerekli değişkenler belirlenir. Üçüncü aşamada bu değişkenler yardımıyla matematiksel model oluşturulur. Bu model önce basit bir kelime modeli olabilir. Daha sonra bu model matematiksel işlemler yardımıyla bir matematiksel problem haline dönüştürülür. Bir matematik problemi olarak formüle edilir. Bazı varsayımlarla birlikte bir matematiksel model oluşturulur. Matematiksel problem çözülür. Bu çözüm

yorumlanarak doğruluğu test edilir. Teste uygunluğu test edildikten sonra çözüm gerçek hayata yorumlanır. Bu süreçte yer alan aşamalar doğrusal değildir. Herhangi bir aşamada aksaklık olduğu takdirde önceki aşamalara dönüp işlemler tekrar yapılır.

Deneyisel Modelleme: Eldeki verilerle grafik ya da bir eşitlik elde edilerek yapılan modellemeye deneyisel modelleme denir (Berry ve Houston, 1995: 6).

Teorik Modelleme: Matematiksel modelin formüle edilmesinde, veriden daha çok teoriye dayanan farklı problem çözme sürecine teorik modelleme denir (Berry ve Houston, 1995: 11).

Boyutsal Analiz Modelleme: (Dimensional analysis modelling) : ‘Boyut’ olarak adlandırılan fiziğin temel özelliği kullanılarak, değişkenlerin etkili olarak gruplandırılmasını içeren modellemeye boyutsal analiz modelleme denir (Berry ve Houston, 1995: 100).

Simulasyon modelleme (simulation modelling): Genellikle matematiksel modellerin formüle edilmesinde cebir kullanılır. Bazı durumlarda verileri elde etmek ve modelleme yapmak kolay değildir. Uygun verilerle, genellikle bilgisayar kullanılarak olasılıkları simule etmeye (simulate) simulasyon (simulation) modelleme denir (Berry ve Houston, 1995: 105).

1.8. Sınırlılıklar

Araştırma Ankara ili’nde bir üniversitenin eğitim fakültesi, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı 3. sınıf öğrencilerinden 21 kişi ile sınırlandırılmıştır. Araştırma süresince beş öğretmen adayı ile görüşme yapılmıştır. Araştırma süreci bir ders dönemi ile sınırlandırılmıştır.

BÖLÜM 2

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde teorik çatı altında problem çözme, matematiksel modelleme hakkında bilgi verilmektedir. Ayrıca bu çalışma ile ilgili araştırmalara yer verilmektedir.

2.1. TEORİK ÇATI

Hickman'a (1985) göre matematiksel modelleme sürecinde en önemli nokta modelleme becerisine sahip olma ve süreci anlamadır. Matematiksel modelleme sürecinin en iyi anlaşılması için formüle etme becerisinin gelişmesi gerekmektedir. Matematiksel modellemenin formüle etme aşaması kesinlikle karmaşıktır. Bu süreç problem çözme ile yakından ilişkilidir. Ancak doğal olarak aralarında fark vardır. Matematiksel modelleme ve problem çözme arasındaki farkı anlamak için problem çözmeye ve matematiksel modellemeye bakmamız fayda sağlayabilir.

2.1.1. Problem Çözme

Polya'ya (1957) göre bir problemin çözümünü bulmak için probleme bakış açımızı değiştirmemiz gerekmektedir. Öğrencilere, problemin çözümü için uygun sorular ve öneriler yöneltilmelidir. Problem çözümü dört aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama problemi anlama aşamasıdır. İkinci aşamada problemin çözümü için plan yapılır. Üçüncü aşamada yapılan plan gerçekleştirilir. Dördüncü aşama, çözümü kontrol etme aşamasıdır.

Problemi anlama: Bir öğrenci problemi anlamalıdır. Sadece anlamakla kalmayıp onu çözmek için istekli olmalıdır. Eğer öğrenci problemi anlamazsa ya da ilgi duymazsa bu sorun her zaman öğrenciden kaynaklanmayabilir. Bir problem iyi seçilmiş olmalıdır, ne çok zor ne de çok kolay. Ayrıca ilgi çekici olmalıdır. İlk olarak problemin sözlü ifadesi anlaşılır olmalıdır. Öğretmen, öğrencilerinden bu ifadeyi tekrar etmelerini ister ve öğrenciler akıcı bir şekilde problemi ifade etmelidirler. Öğrenciler problemde bilinmeyeni, verilenleri ve durumu belirtmelidirler. Öğretmen,

öğrencilerine “Bilinmeyen nedir? Neler verilmiştir? Şartlar nedir?” biçiminde sorular yönelterek problemi anlamalarına yardımcı olmalıdır (Polya, 1957: 6, 7).

Plan yapma: Bir problemin çözümünde başarılı olunabilmesi için esas olan planı tasarlamaktır. İlk olarak öğrenciye “Bu probleme benzer bir problem biliyor musun?” sorusu yöneltilmelidir. Burada zor olan gerçekten bu probleme benzer, gerçekten uygun olan soruyu belirlemektir. Benzer problemde aynı ya da benzer bilinmeyen mi isteniyor, bunu düşünmeye çalış.” İfadeleri kullanılarak önceden çözülmüş problemlerle, bu problem arasında yakından ilişki kurulması sağlanır. Eğer buna uygun bir problem varsa “Burada daha önceden çözülmüş ve buna benzeyen bir problem var. Bunu kullanabilir misin?” sorusu öğrenciye yöneltilir. Bu tarz sorular problemin çözümü için plan yapabilmesi için uygun sorulardır. Ancak bu her zaman işlemeyebilir. Bu durumda öğrenciye, “Problemi yeniden ifade edebilir misin?” sorusu yöneltilir. Ayrıca “Tüm verilenleri kullandın mı? Tüm şartları uyguladın mı?” soruları ile öğrencinin problemin çözümü için plan yapması sağlanır (Polya, 1957: 8-11).

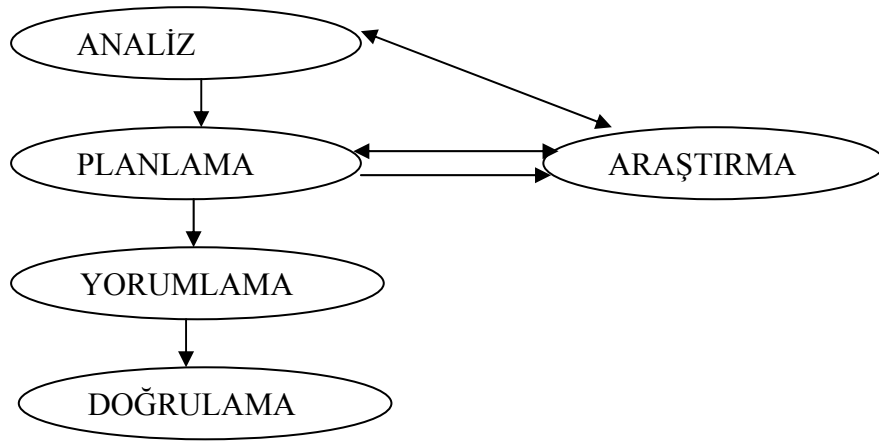
Planı gerçekleştirme: Çözüm için planı tasarlamak ve geliştirmek kolay değildir. Bunun için zaman, bilgi, amaç için konsantre olmak gerekmektedir. Plan, genel bir taslak oluşturur. Bu taslağa uygun detaylar tasarlanmalıdır ve bu detaylardan sonra yerleştirilecek diğer detaylar da sabırla belirlenmelidir. Daha sonra problemin çözümü yapılır. Eğer problem çözülemez ise öğrencilerden her adımı tekrar gözden geçirmeleri istenir (Polya, 1957: 12, 13).

Çözümü kontrol etme: Öğrencilere göre problemin çözümünü bulmak yeterlidir. Böylece önemli olan aşamayı atlarlar. Çözümü kontrol ederek sonucu tekrar gözden geçirmeleri gerekmektedir. Ayrıca “Bu yöntemi ya da bu sonucu diğer problemler için de kullanabilir misin?” sorusu yöneltilerek öğrenci karşılaşacağı diğer problemler için cesaretlendirilmelidir (Polya, 1957: 14, 16).

Rosenbloom’a (1996) göre ise problem çözme, bir temel matematiksel aktivitedir. Matematik eğitiminde, bu konu üzerine odaklanılması gerekmektedir. Diğer matematiksel aktiviteler, genelleştirme, soyutlama, teori inşa etme ve kavram

formasyonu problem çözmeye dayanmaktadır. Problem çözme ve problem oluşturma, öğretimde, öğretim programı yazmada, programlamada ve test etmede önemli bir rol oynamaktadır. Problem çözme araştırmaları, matematik eğitiminde, matematiksel ve psikolojik problemler üzerine bir ışık tutmaktadır.

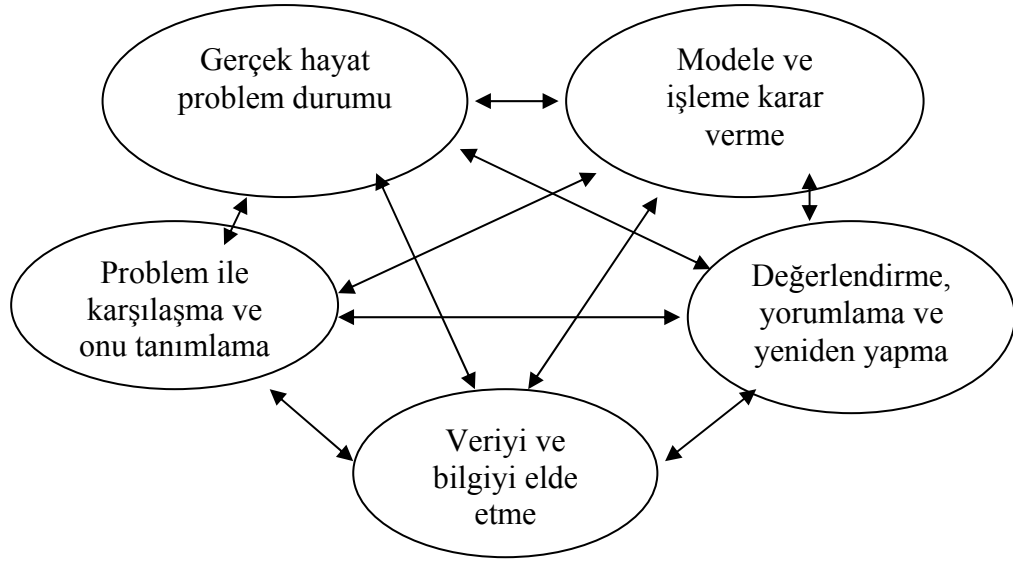
Problem çözme becerisi düşünme ve çözüm sürecinin doğru olarak uygulanmasına bağlıdır. Problemin çözümünde hiçbir zaman büyümlü bir formül yoktur. Bu formül aynı zamanda bilinmeyene ilişkin de değildir. Kneeland'a (2001) göre aslında problem, bir şeyin olması gereken şekli ile o anda olan şekli arasındaki farktır. Bu nedenle bu iki durumun doğru tespiti gerekmektedir.



Şekil 1: Alan Schoenfeld'den (1985) alınan Problem Çözme Diyagramı

Şekil 1 de görüldüğü gibi problem çözmenin önemli aşamaları şunlardır: analiz, planlama, araştırma, yorumlama ve doğrulamadır (Grandsard ve Schatteman, 1989: 177). Yukarıda Şekil 1 de yer alan aşamalarda, problem analiz edilerek problemin çözümü ile ilgili olarak planlama yapılması görülmektedir. Problemin analiz edilmesi ve çözümün planlanması sürecinde araştırma yapılması gerekmektedir. Problemin çözümü sırasında bir aksaklık ile karşılaşıldığında tekrardan araştırma yapılarak problemin analizi ve çözüm için planlama ele alınmaktadır. Daha sonra Şekil 1 de de görüldüğü gibi problemin çözümü yorumlanarak ve doğruluğu test edilir.

Problem çözme ve matematiksel modelleme süreçleri birbiri ile yakından ilişkilidir. Aşağıda Doerr'a (1997) ait matematiksel modelleme ile ilgili bir şekil yer almaktadır.



Şekil 2: Modelleme Sürecinin Düğümleri (Doerr, 1997: 268)

Şekil 2 de görüldüğü gibi Doerr'a (1997) göre bu aşamaların herhangi bir sırada oluşması gerekmiyor. Her aşamada öğrenciler, bilişsel modelleri algılayışlarını eşleştirirler, kendi modellerini dönüştürürler ve problem durumuna geri dönerler. Bir model, bir problemin çözümü değildir. Fakat geliştirilmiş bir araçtır ki öğrenci bunu kullanarak çözüme ulaşır. Kendi çalışmalarında öğrencilerin ilk aşamada bunaltıcı bir zaman harcadıklarını ortaya çıkarmışlardır ve problem hakkında anlayışlarını artırmıştır.

İlk çalışmalarda, Lesh ve diğerleri (1983), Polya'nın (1957) problem çözme aşamalarının doğrusallığını reddetmektedirler. Bu araştırmacılara göre lineer olmayan durumlarda modelleme sürecinin farklı aşamaları yer almalıdır: Yorumlama, bütünleme/türevleme (integrate/derive) ve doğrulama.

2.1.2. Matematiksel Modelleme

Millwood ve Stevens’a (1990) göre ‘modelleme’ ve ‘model’ terimleri bir çok farklı aktiviteleri ve nesneleri tarif etmek için kullanılır. Ayrıca matematikte ya da fen bilimlerinde, bir denklemde yer alan değişkenlerin değiştirilmesiyle bir çok farklı model oluşturulabilir. Bilgisayara dayalı modelleme haricinde şekillerle, metin ve matematiksel ifadelerle modeller oluşturulmaktadır.

Matematik problemleri sık sık matematiksel beceriyi geliştirmek ve uygulamak için oluşturulur. Berry ve Houston’a (1995) göre “ $x^2 + 2x - 5 = 0$ denkleminin çözüm kümesini bulun” ifadesi, gerçek hayatla çok az ilgisi olan bir alıştırmaya ya da matematik problemine bir örnektir. Gerçek hayat problemleri gerçek hayatta karşılaşılabilecek problemlerdir. Matematiksel modelleme, gerçek hayat problemlerinin üstesinden gelme sürecidir.

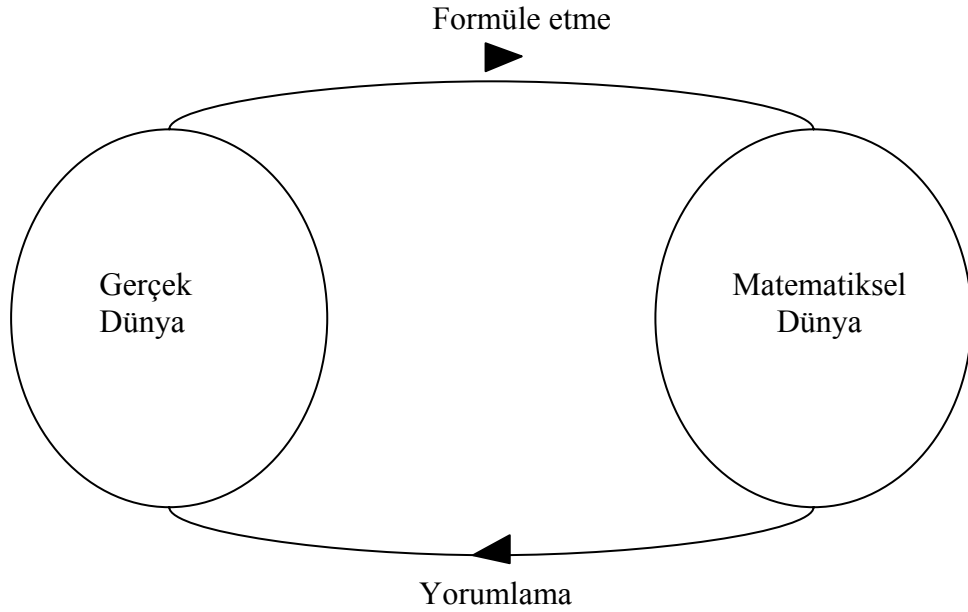
Spanier’a (1980) göre tüm denklemleri beş ayrı tarzda cebir, diferensiyel, farklılık (difference), integral ve fonksiyon olarak sınıflandırabiliriz. Bir problemde yer alan her çeşit denklem bir matematiksel modeldir. En önemli sınıf olan diferensiyel denklemler ekonomide ve sosyal bilimlerde yer alır. Ayrıca bir çok uygulamalarda integral de yer almaktadır.

Zambuza (1989) ve Rose’a (1974) göre matematiksel modelleme sürecinde bir çok matematiksel kavramlar; grafikler, fonksiyonlar, yüzde hesapları, oran-orantı, olasılık, denklemler, ölçümler, matris, geometri ve istatistik kullanılmaktadır. Bu yüzden öğrencinin matematiksel modelleme sürecinde başarılı olabilmesi için bu kavramları bilmesi gerekmektedir.

Problem çözme alanı, yeni düşüncelerin geliştirilmesiyle ve matematik uygulamalarının yeni alanlarda ortaya çıkmasıyla matematiksel modelleme matematik öğretim programında yer almaya başlamıştır. (McLone, 1976: 2)

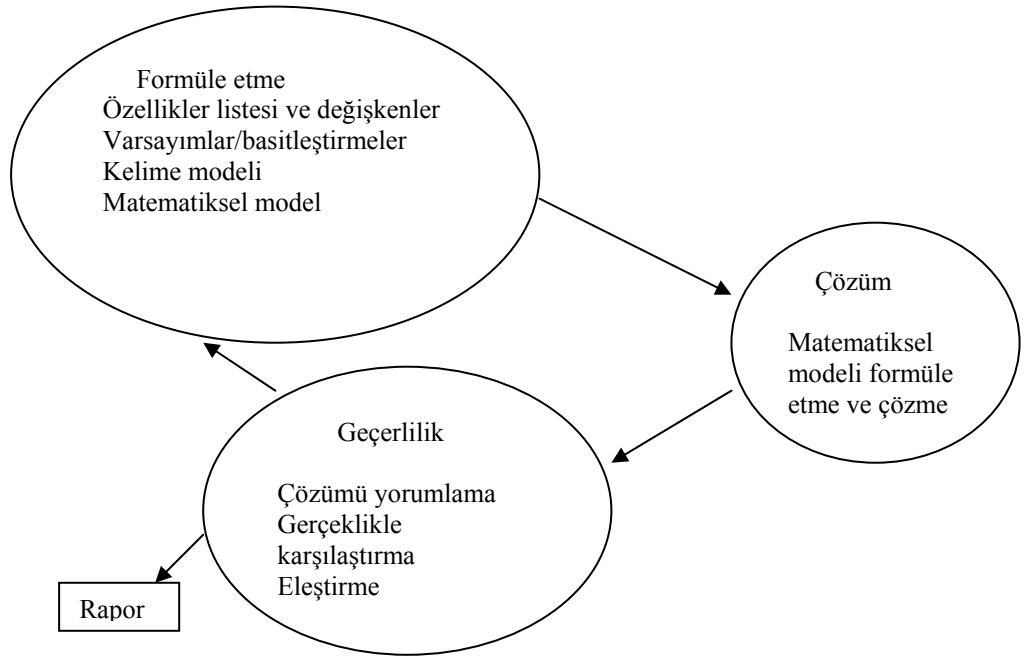
De Corte, Verschaffel ve Greer’e (2000) göre bir gerçek hayat problemi, matematiksel olarak formüle edilir. Matematiksel bir model oluşturulur. Matematiksel işlemlerle sonuca ulaşmaya çalışılır. Matematiksel olarak elde edilen

sonuç gerçek hayata göre yorumlanır. Berry ve Houston (1995) ise matematiksel modelleme için aşağıdaki şekli kullanmıştır.



Şekil 3: Matematiksel Modellemenin basit bir görünümü (Berry ve Houston, 1995: 24)

Şekil 3 te görüldüğü gibi gerçek hayattan alınan bir problem formüle edilerek matematiksel işlemlerle çözüme ulaşılır. Matematiksel olarak bulunan çözüm tekrar gerçek hayattan alınan şekline yorumlanır. Berry ve Houston'a (1995) göre gerçek hayat problemleri çözerek ve modellerin doğru formüle edilmesi için çalışarak modelleme becerisi geliştirilebilir. Problemlerde modeli formüle etmek için değişkenleri seçmek ve onlar arasında ilişki kurmak gerektirmektedir. Problemle ilgili özellikler listelenir. İlgisi olmayan özellikler yazıldığında endişe edilmemelidir. Bazen ilgisiz bir özellik diğer daha önemli bir özeliği düşünmeye yol açabilir. Daha sonra listeyi inceleyerek ilgisiz özellikler çıkarılarak ve birbirlerinden etkilenen ve birbirine bağlanan özellikler sıralanır ya da sınıflandırılır.



Şekil 4: Modelleme süreci (Berry ve Houston, 1995: 40)

Şekil 4 te görüldüğü gibi Berry ve Houston'a (1995) göre matematiksel modelleme süreci için yapılması gerekenler aşağıdaki gibidir:

1-) Problemi anlama: Araştırılacak problem tanımlanır ve probleme uygun veriler toplanır ve analiz edilir.

2-) Değişkenleri seçme: Problem 'beyin fırtınası' yapılarak bir özellikler listesi şekillendirilir, belli özelliklere bakarak bir liste oluşturulur. Modelde kullanılacak değişkenler tanımlanır.

3-) Matematiksel modeli kurma: Kelime modeli (Word model) gibi problem tanımlanmaya çalışılır, tanımlanan değişkenler kullanılarak sembollerle bir kelime modeli yazılır, matematiksel model ve kelime modeli ifade edilir, basit bir modelin başlangıçtaki modelden daha kolay olduğunu hatırlanmalıdır. Basit bir model, durum ya da probleme bir ışık getirebilir ve belki de sonraki çalışmalarına yardımcı olabilir.

4-) Matematiksel problemi çözme: Matematiksel modelleme aktivitesi sık sık matematiksel problemi oluşturma ve çözmeye yönlendirmektedir. Bu aşamada bilinen matematik bilgileri kullanılmalıdır.

5-) Çözümü yorumlama: Çözüm kelimelerle tarif edilir. Modelin onaylanması için ihtiyaç duyulan verilere karar vermektir.

6-) Modeli doğrulama: Uygun veri ile birlikte modelinin sonucu test edilir. Model eleştirilir.

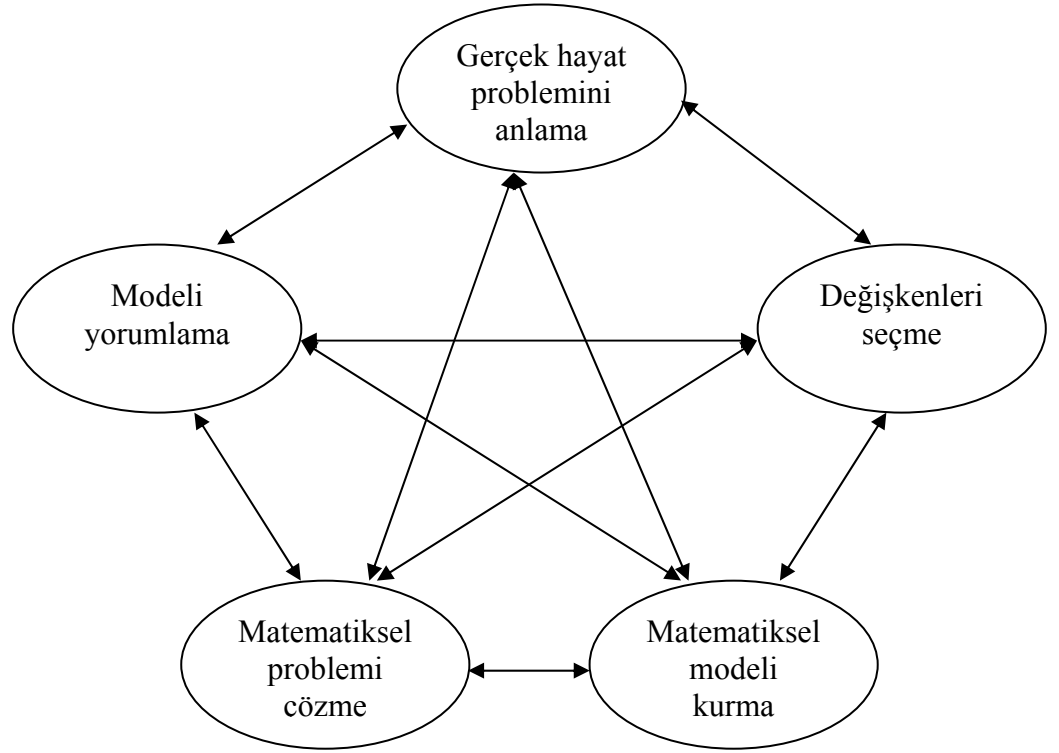
7-) Modeli başka problemler için geliştirme: Varsayımlar incelenir. Model formüle edilir. Çözme, yorumlama ve onaylama süreçleri tekrar edilir. Modelleme aktivitesi hakkında rapor hazırlanmalıdır.

8-) Problem ve onun çözümünü gösteren bir rapor hazırlanır, bu belki bir poster, yazılı bir rapor ya da sözlü bir sunu şeklinde olabilir.

Berry ve Houston (1995) ile Doerr'un (1997) matematiksel modelleme ile ilgili düşüncelerini eklektik olarak ele aldığımızda bir matematiksel modelleme diyagramını aşağıdaki gibi ifade edebiliriz. Blum ve Niss'in (1989) de ifade ettiği gibi matematiksel modelleme matematiksel modelleme aşamaları lineer değildir.

Bu çalışmada Berry ve Houston (1995) ile Doerr'un (1997) matematiksel modellemelerinden yararlanarak ortaya çıkan eklektik bir matematiksel modelleme süreci üzerinde yoğunlaşılacaktır. Bu modelleme süreci Şekil 5 te verilmiştir.

Burada yer alan ilk aşama gerçek hayat problemini anlamadır. Burada kişi problemin ne ifade ettiğini belirlemeye çalışır. Daha sonraki aşama bu problemi çözebilmek için gerekli olan değişkenleri seçme aşamasıdır. Bu aşamadan sonra matematiksel model oluşturulur. Burada, problemin çözümüne ulaşıldıktan sonra model yorumlanarak doğruluğu test edilir. Daha sonra da elde edilen çözüm gerçek hayata yorumlanır.



Şekil 5: Matematiksel modelleme diyagramı

Şekil 5 te verilen diyagramda matematiksel modelleme sürecinde yer alan aşamalar; problemi anlama, değişkenleri seçme, modeli kurma, problemi çözme ve çözümü gerçek hayata yorumlama aşamalarından her biri birbiri ile etkileşim içindedir. Bu aşamaların doğrusal bir sıra takip etmesi gerekmemektedir. Örneğin modeli oluşturamayan bir kişi tekrar problemi anlama aşamasına gidip problemi tekrardan incelemek isteyebilir. Problemi çözme aşamasında zorlanan bir kişi, değişkenleri seçme aşamasına gidip değişkenleri tekrardan belirlemek isteyebilir.

Gravemeijer'e (1997) göre ise modelleme bir insan aktivitesidir. Matematiksel aktivite, organize etmeyi, matematik yapmayı gerektirir. Gravemeijer (1994) ve Treffers (1987), 'gerçekçi matematik eğitimi' ('realistic mathematics education (RME)') teorisi ortaya çıkarmışlardır. RME'de öğrenciler kavramsal problemleri organize ederken biçimsel olmayan (informal) yolla modelleme burada ortaya çıkmaktadır. Gravemeijer'e (1997) göre bu yolla modelleme, biçimsel

(formal) matematik bilgisinin gelişimi için bir temel oluşturmaktadır. İlk olarak duruma göre model oluşturulur sonra bu model diğer durumlar için genelleştirilir.

Blum ve Kaiser (1997) tarafından ifade edildiği gibi, farklı alt-yetenekler matematiksel modelleme ile ilgili çalışmalar için önemlidir. Maab'a (2004) göre modelleme yetenekleri aşağıdaki yetenekleri içermektedir:

- ❖ Gerçek hayat problemlerini anlama ve gerçeğe uygun model oluşturma yeteneği,
- ❖ Gerçek modelden matematiksel model oluşturma yeteneği,
- ❖ Matematiksel modelde yer alan matematik sorularını çözme yeteneği,
- ❖ Matematiksel sonuçları gerçek hayata yorumlama yeteneği,
- ❖ Çözümü onaylama yeteneğidir.

Maab'a (2004) göre tüm iyi matematikçiler tarafından teknik olarak kullanılan modelleme, gerçek hayat problemlerinin çözümü için matematiğin uygulamalarında yer almaktadır. Spanier'a (1992) göre özellikle lineer cebir ve diferensiyel denklemlerle ilgili soruların çözümünde yer almaktadır. Geometride kullanılan modeller de özellikle problemlerin analizini açıklığa kavuşturmak için kullanılmaktadır.

Skovsmose (1990) ve Barbosa'ya (2004) göre matematikten farklı branşlarda da matematiksel modelleme yer almaktadır. Matematikten farklı bir branşta yer alan problem çözümü için ilk olarak gerçekçi varsayımlar oluşturarak bu süreçte matematiksel imge yaratmaktır. Başka bir ifade ile bir model oluşturmaktır. Spanier'a (1980) göre bu modelden çıkarılan bilgi ile deney yolu ile elde edilen fiziksel kanıt karşılaştırılmalıdır. Bu karşılaştırma ile matematiksel modelin değerine karar verilir. Eğer modelin yetersiz olduğu görünürse değiştirilmelidir ve yeni nicel bilgilerle oluşturulmalıdır.

Blum'a (1996) göre matematiksel modelleme sürecinde ilk olarak problem analiz edilir. Problemin geçmişi araştırılır ve varsayımlar oluşturulur. Her model bir amaç için oluşturulur. Öğrenci model ve durum arasındaki farklılığın farkında olması

gerekir. Gravemeijer'e (1997) göre öğrenci modelin amaçlar doğrultusunda uygun olup olmayacağına karar vermelidir.

Ayrıca Moscardini'nin (1989) belirttiği gibi araştırmacı elde edebileceği tüm verileri keşfetmelidir. Elde ettiği tüm veri ve parametrelerin doğruluğunu göstermelidir. Sonraki aşamada problemin matematiksel tanımı oluşturulur. Berry ve Houston'un (1995) da ifade ettiği gibi gerçek hayat problemi, matematiksel olarak ifade edilir. Bu bir denklem olarak ya da bir grafik olarak oluşturulabilir. Moscardini'nin (1989) özellikle üzerinde durduğu gibi denklemlerin, formüllerin öncelikle doğru oluşturulması gerekmektedir.

Berry ve Houston'un (1995) belirttiği gibi matematiksel modelleme; deneysel modelleme, teorik modelleme, simulasyon modelleme ve boyutsal analiz modelleme olmak üzere dört çeşittir. Bir matematiksel modelin formüle edilmesi birçok problemler için zor olabilir.

Berry ve Houston'a (1995) göre deneysel modellerde uygun deneylerden veri elde etmek teorik modellemeye göre daha kolaydır. Fakat bu problem çözme sürecinde, grafik üzerindeki açıklamaların geçerliliği önemlidir. Modelleri formüle ederken veriyi kullanmanın doğru ve önemli olmasına rağmen bu metodun sınırlamaları ağırdır.

Berry ve Houston'a (1995) göre teorik problem çözme metodu sadece grafik çizmek ya da denklemleri çözmekten daha fazladır. Şu adımları içermektedir: Problemi anlama, önemli özelliklerini tanımlama, varsayımlar ve basitleştirmeler oluşturma, değişkenleri tanımlama, alt modelleri kullanma, değişkenler arasında ilişki kurma, denklemleri çözme, modeli onaylama ve yorumlama (modelin sonucunu sorgulama), modeli geliştirme, sonucu açıklamaktır.

Berry ve Houston'a (1995) göre genellikle matematiksel modeller formüle edilirken cebirsel semboller kullanılır. Birçok problem çözümlerinde, araştırma altında bu çözüm kolaylıkla analitik olarak modellenemez. Bu durumlarda simulasyon model kullanılır. Örneğin, yeni bir uçak tasarlandığında, tasarım

mühendisi uçağın üstündeki hava akışını araştırmak zorundadır. Problemi uçağın ölçek modelini inşa ederek ya da rüzgar tüneline modelin yapısını araştırarak benzetmek (simulation) daha kolaydır. Farklı bir örnek olarak, farklı zamanlarda kaç tane veznedara ihtiyaç duyulduğunu belirlemek maksadıyla bir bankada oluşan kuyruk incelendiğinde; bir banka müdürü çalışmalarını ile ilgili bir biçime ulaşmaya kadar, farklı zamanlarda farklı sayıdaki veznedarı deneyebilir. Uygun veriyi ve bilgisayarı kullanarak olasılıkları benzetmek (simulation) , yönetici ve müşterilerin sabrını test etmekten daha basittir. Bu modelleme yaklaşımı için olasılık ve istatistik bilgisi gerekmektedir.

Berry ve Houston'a (1995) göre matematiksel modellemenin özü, yeterli sunumla verilen durumda matematiksel modeli formüle etmektir. Problemden önemli özellikleri sunan ilgili değişkenler seçilir ve değişkenlerle matematiksel ilişki kurulur. Boyutlar (dimensions) olarak adlandırılan fiziğin temel özelliği tanımlanarak ve değişkenlerin etkili olarak gruplandırılmasını bulan boyut kullanılarak bir metod elde edilir. Buna "boyutsal analiz modelleme" denir ve genellikle bilim ve teknolojiye ilişkiyi biçimlendirmede kullanılır.

Gravemeijer'e (1997) göre matematiksel modelleme sürecinde, sürecin basamakları ile ilgili olarak seviyeler yer almaktadır. Durumsal (situational) seviye, ima yollu (referential) seviye, genel seviye ve biçimsel (formal) seviye olmak üzere dört seviye vardır. İlk seviye gerçek durumların işleyişini ilgilendirir. Durumsal bilgi ve stratejiler, somut problemleri çözmek için kullanılır. Bu işlemler ima yollu (referential) seviyede modellenir. Genel seviyede model geliştirilir. Son olarak biçimsel seviyede öğrenci biçimsel matematiksel ilişkiler ile muhakeme yapar.

Matematiksel modelleme ayrıca kelime problemlerinin çözümünde karşımıza çıkmaktadır. Reusser ve Stebler'e (1997) göre kelime problemleri sadece dil süreçleri ve matematiksel süreçler arasında karşılıklı bir etkileşim olanağı sağlamaz. Ayrıca problemi ve durumu anlama ve matematiksel problem çözme arasında muhakeme yapılmalı ve böylece sonuç elde edilmelidir. Ayrıca öğrencilerin matematik yapabilme yetenekleri için bir temel oluşturulmalıdır.

Araujo ve Salvador'a (2001) göre modelleme projesinin neticesinde iyi bir değerlendirme yapılabilmesi için öğrenciler öğretmen ile yoğun bir etkileşim içinde olmalıdır.

Matematiksel modelleme öğretiminde hem dersin konusunu belirlemek için hem de öğrencilerin modelleme projesindeki performanslarını değerlendirmek için öğrencilerin becerilerine yer verilmelidir. De Terssac'a (1996) göre, beceriler üç kategoride sınıflandırılabilir:

- 1)İletişim becerileri: Çevirme, sunma, içeriği yorumlama,
- 2)Müdahale (intervention) becerileri: Bilgiyi kullanarak duruma göre hareket etme,
- 3)Değerlendirme becerileri: Belirleme, seçme ve doğrulama.

Nyman ve Berry'ye (2002) göre modelleme sürecinde rol oynayan bu beceriler, modelleme dersleri ile geliştirilebilir. Bu çalışma süresince bu dersin becerilerin gelişmesine yardımcı olup olmadığına bakılmamıştır. Öğrencilerin becerilerindeki farklılıklara bakılmıştır. Bu farklılıklarla öğrencilerin karakteristik özellikleri ve eğitim geçmişleri ile bağlantı kurulmuştur. Farklı becerileri olan öğrencilerin katıldıkları bu ders, öğrencilerin becerilerini geliştirebilmeleri için en uygun yerdir.

Ayrıca Maab (2006) yaptığı deneysel çalışmada modelleme yeteneklerini listelemiştir. Modelleme sürecinde gerekli olan bu yetenekler aşağıdaki gibidir:

- ❖ Matematiksel tarifi (modelin) geliştirilmesi ile gerçek hayat problemini çözme yeteneği
- ❖ Modelleme süreci hakkında bilgiyi kullanarak modelleme süreci hakkında yeteneği yansıtmak.
- ❖ Matematik ve gerçeklik arasındaki ilişkiyi anlamak
- ❖ Matematiği bir süreç olarak anlamak

- ❖ Matematiksel sürecin amaçlarına, elde edilebilir matematik araçlarına ve matematiksel yeteneklere bağlı kalınarak matematiksel modellemeyi anlamak.
- ❖ Grupla çalışma ve matematik yoluyla ilişki kurma kabiliyetleri gibi sosyal yeteneklerdir.

Matematiksel modelleme ile ilgili açıklamalar incelendiğinde problemleri çözebilmek için oldukça iyi matematik bilgisi gerekmektedir. Galbraith, Stillman, Brown ve Edwards (2007) matematiksel modellemede bilgi ve imkanlar yeterli olmadığına vurgu yapmaktadır. İyi bir modelleme yapabilmek için beceri, güven ve teknolojiye de ihtiyaç duyulmaktadır. Sınıfta elektronik teknolojinin bulunması ile matematiksel düşünce değişebilir ve farklı bir matematiksel etkinlik oluşturulabilir. Öğretmen, teknolojiyi kullanarak öğretim ve öğrenim sürecinde, öğrencilerin becerilerinin gelişmesini amaçlamaktadır. Sınıf içi tartışmalarla ayrıca öğrencilerinin matematiksel modelleme yapabilme becerilerine olan güvenleri artmaktadır.

Blum ve Leib'e (2007) göre sınıf içi etkinliklerde öğrencilere okumaları için bir metin verilir ve problem durumu, çözen kişi tarafından anlaşılır. Buna model durumu denir ve bu bazen bir fotoğraf ile öğrenciye verilir. Sonra, durum basitleştirilir, yapılandırılır ve gerçek modele yönelmek için tahminler oluşturulur. Matematiksel dönüşümler, gerçek modelden matematiksel modele dönüşümde uygulanır. Daha sonra matematiksel sonuca ulaşmak için matematiksel araçlar kullanılır.

Barbosa (2003) ve Goldfinch'e (1992) göre matematiksel modellemede en çok görünür özellik, öğrencilerin grup çalışması içinde bulunmalarıdır. Burada öğretmenin rolü yoktur diye düşünülmemelidir. Ikeda ve Stephens (2001) tarafından ifade edildiği gibi öğretmen, matematiksel modelleme sürecinde öğrencilerin sorgulama yapabilmeleri ve bunu yansıtabilmelerine ihtiyaç duymaktadır. Skovsmose (1990) ve Barbosa'ya (2004) göre, matematiksel modelin tartışılması üç tarzda olabilir: Matematiksel olarak, teknik olarak ve matematiğin sosyal bilimlerdeki uygulamalarındaki rolü olarak.

Bir çok matematikçi yıllardır farkına varmadan matematiksel modellemeyi kullanıyorlardı. Sonraları uluslar arası sempozyuma katıldıktan sonra ve farklı kitapların yayınlanmasından sonra matematiksel modelleme kavramının farkına vardılar. (Aris ve Penn, 1980: 1)

Zambuja'ya (1989) göre olasılık, denklemler, ölçümler, matris, geometri ve istatistik gibi matematiksel kavramlar geliştirilebilir. Son 10 yılda teknolojiye yenilikler ile sosyal, kültürel ve ekonomik yönden değişiklikler olmuştur. Bilgisayar günlük hayatımızın vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Entelektüel, ekonomik ve sosyal değişim sürecinde modellerin formüle edilmesi bilgisayar aracılığı ile gerçekleşmeye başlamıştır. Bugünün sorusu; bilgisayar okullarda kullanılmalı mı? Hangi amaçla ve nasıl kullanılmalı?

Noyes (1999), English ve Watters'in (2004) de belirttiği gibi problem çözmenin içinde matematiksel modelleme yer almaktadır. Kawata, Teramoto, Sugiura, Saitoh ve Hayase'ye (2006) göre matematiksel modelleme problem çözme desteklemektedir. Bunun yanında EME 704 (1999) konferansında "matematiksel modelleme yapılabilmesi için problem çözme teknikleri gerekmektedir" düşüncesi ileri sürülmektedir. Blum ve diğerlerine (2002) göre ise problem çözmenin bir parçası olan matematiksel modelleme, aşamalarla ve döngü süreci ile tanımlanır.

Matematiksel modelleme ve problem çözme ile ilgili olarak problem çözmenin matematiksel modellemenin içinde yer aldığı söylenebilir. Bu çalışmada Berry ve Houston (1995) ve Doerr'un (1997) düşüncelerinin eklektik olarak ele aldıkları aşamalar göz önüne alınmıştır.

Özet olarak gerçek hayat problemleri, gerçek hayatta karşımıza çıkan problemlerdir. Alışveriş esnasında, banka işlemleri esnasında, yolculuk sırasında, yemek yaparken ya da günümüzün en önemli sorunu olan küresel ısınmaya çözüm ararken bir çok problemle karşı karşıya kalırız. Berry ve Houston (1995) nin de bahsettiği gibi matematiksel modelleme ile gerçek hayat problemlerinin üstesinden gelmeye çalışırız. Spanier'ın (1980) belirttiği gibi bir denklem bir matematiksel

model olabilir. Aynı şekilde bir grafik ya da bir formül için de bir matematiksel modeldir diyebiliriz. Berry ve Houston (1995) ve Moscardini'nin (1989) belirttiği gibi genel olarak matematiksel modelleme süreci özetleyecek olursak, bir gerçek hayat problemini alıp matematiksel olarak ifade ederiz. Matematik işlemlerini kullanarak matematiksel bir sonuca ulaşırız. Bulduğumuz sonucu kontrol edip tekrar gerçek hayata göre yorumlarız. Gravemeijer'in (1997) de ifade ettiği gibi her model bir amaç için oluşturulmalıdır. Berry ve Houston'ın (1995) da ifade ettiği gibi bu modelleme sürecinde şu aktiviteler yer almaktadır: Problemi anlama, değişkenleri seçme, matematiksel modeli kurma, matematiksel problemi formüle etme ve çözme, çözümü yorumlama, gerçeklikle karşılaştırma, modeli geliştirme ve rapor hazırlama.

Matematiksel modelleme ayrıca Reusser ve Stebler'ın (1997) da belirttiği gibi kelime problemlerinde yer almaktadır. De Terssac'a (1996), Nyman ve Berry (2002), Blum ve Kaiser (1997) ve Maab (2006) yaptıkları çalışmalarda belirttikleri gibi matematiksel modelleme öğretiminde sınıf içi aktivitelerde yeteneklere yer verilmelidir. Galbraith, Stillman, Brown ve Edwards'ın (2007) da belirttiği gibi matematiksel modelleme yapabilmek için bilgi ve becerinin yanı sıra teknolojinin de kullanılması gerekmektedir. Blum ve Leib (2007), Barbosa (2003) ve Goldfinch (1992), Ikeda ve Stephens (2001) ve Araujo ve Salvador'un (2001) ifade ettiği gibi matematiksel modellemenin öğretiminde sınıf içi aktiviteler önemlidir. Öğrencilerin grup halinde çalışmaları, öğretmen ile sürekli işbirliği halinde olmaları gerekmektedir. Skovsmose (1990) ve Barbosa'nın (2004) da belirttiği gibi matematiksel modelleme matematikten farklı branşlarda da yer alabilir.

2.2. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde matematiksel modelleme ile ilgili yurt içinde yapılmış çalışmalara ulaşılamadığından yurt dışında yapılmış çalışmalar yer almaktadır.

Günlük hayatta matematik sürekli olarak karşımıza çıkmaktadır. Anker'e (1989) göre matematik, materyalleri inşa etmek, evde çeşitli mobilyaları yerleştirmek, ölçmek, hesaplamak, okulda ve evde öğrencilerin çevrelerinde gördükleri cisimlerin boyutlarını karşılaştırmaları için kullanılmaktadır. 1983'ten beri, Colombia Üniversitesi, Öğretmenler Koleji Eğitim Merkezinde, 1 den 5 e kadar sınıflarda, Birleşmiş Milletler Uluslar arası okullarda düzenli olarak ve yaz okulu programlarında, modüle ev projelerinde matematik ölçek modeli öğretilmektedir. Programın esas amaçları: Öğrencinin ev ve okul çevresinde karşılaştığı matematiği tanımlamak, ortaöğretim seviyesinde bina modelleri ve matematiksel gereçleri öğrencilerin farkına varmasını sağlamak, ev modülleri ile öğrencilerin kavramları ve dizileri açıklayabilmeleri için konuya odaklanmalarını sağlamak, öğrencilerin malzemeleri yeniden düzenleme veya inşa etme sürecinde doğrudan aşamaları ve engelleri gözlemek için araştırmalarına olanak sağlamak, drama ve dil gibi sosyal etkinliklerle matematiği bütünleştirmek, minimum gereçlerin maksimum kullanımı ile depolama ve laboratuvarın kurularak organize edilmesi problemlerini oluşturmak ve çevreyi yeniden yapılandırmaktır. Bu program sayesinde öğrenciler gerçek hayatta matematiğin nerede ve nasıl kullanıldığının farkına varmaktadır.

İlköğretim öğretim programının yanı sıra üniversite öğretim programında da matematiksel modellemeye yer verildiği görülmektedir. Spanier (1992) yaptığı araştırmada yaklaşık 20 yıl önce Claremont Matematik Kliniğinde matematiksel modelleme öğretilmeye başlanmıştır. Burada bir matematikçinin, mühendislik ve fizikte yer alan çeşitli problemlerin üstesinden gelen bir pür matematikçi gibi yetiştirilmekte olduğunu belirtmektedir. Bu öğretim sonunda matematiksel modelleme derslerinde matematiğe yeterince yer verilince iyi olan öğrenciler kendilerini aldatılmış olarak hissetmekten vazgeçtiler. Böylece uygulamalı matematik konularının içine durum analizlerinin (case studies) popüler olduğu söylenebilir.

Avusturalya, Rockhampton, Capricornia Enstitüsü, Açık Öğretim Fakültesi'nde matematiksel modellemenin uzaktan eğitimi üzerine Fuller (1989) bir araştırma yapmıştır. Burada matematiksel modelleme dersi hem uzaktan eğitimde hem de normal eğitimde öğretilmek üzere hazırlanmıştır. Bir grup öğrenciye üniversite standartlarında ders verilirken bir grup öğrenciye uzaktan eğitim verilmiştir.

Fuller'in (1989) araştırması sonucunda uzaktan eğitimde birçok zorluklar ortaya çıktığı gözlenmiştir. Bunlardan birisi öğrenciler her an bir danışmana ulaşamadıkları için yapılandırılmamış bir proje üzerinde çalışmak zorunda kalmışlardır. Ayrıca uzaktan eğitime katılan öğrenciler telekonferans yoluyla birbirleri ile görüşememişlerdir böylece problemler hakkında tartışmaya katılma olanağı sağlanmamıştır. Bu organizasyon eğitimci için zaman kaybı ve hayal kırıklığı olmuştur.

Avusturalya'da matematiksel modelleme ile ilgili olarak yapılan araştırmanın yanı sıra Lange (1989), Hollanda matematik dersi öğretim programlarında modelleme ve uygulamalara karşı eğilimler ve engellerden bahsetmektedir. Devletin 1985'te bütün okullara getirdiği ve ulusal araştırma grubu tarafından gerçekleştirilen deneyimlerden sonra, merkezi hükümet tarafından komitenin yerine koyduğu matematik dersi öğretim programlarında modelleme ve uygulamaları görebiliriz. 1959 yılında Kraliyet Konferansı'nda başlatılan bu dalga Freudenthal ve onun kolejinde durdurulmuştur. Sadece ortaöğretimde modern matematikten biraz bahsedilmiştir.

Lange'nin (1989) belirttiği gibi modelleme ve uygulama rolünün tartışıldığı en önemli periyot 1976 yılında yapılmış olan bir konferanstır. 1981 ve 1987 yılları arasında uygulamaya dayalı öğretim programı uygulanmıştır.

Bunun yanı sıra Lange'ye (1989) göre matematik öğretim programında uygulama ve modellemenin yer almasına engel olan şeyler şunlardır: Birçok öğretmen, pür matematiği modelleme ve uygulama aktivitelerine indirgemeye hazır değildirler. Uygulama ve modellemede yer alan problemler, öğrencilere pür

matematikte karşılaştığı problemlerden daha yabancı gelmektedir. Uygulama ve modelleme niceliklerinin özellikle gerçek hayat problemlerinin değerlendirilmesi ve test edilmesi, geleneksel değerlendirme araçları ile zordur. Araştırma sırasında Hollanda'da özellikle problemlerin değerlendirilmesi ve test edilmesi üzerinde durulmuştur.

Bu çalışmada 1981-1985 yılları arasında, Hewet takımı tarafından öğretmenler ve öğrenciler üzerinde alınan reaksiyonlar incelenmiştir. İlk olarak iki okulda daha sonra 10 okulda ve son olarak diğer 40 okulda araştırma yapılmıştır. 10 okuldan alınan öğretmenler, Hewet takımının çalışanları tarafından öğretmen yetiştirme kurslarına alınmıştır. İlk iki okuldan alınan öğretmenlere bu uygulanmamıştır. Bu ders süresince Aralık 1982, Mart 1983 ve Mayıs 1983'te öğretmenler üzerinde araştırma yapılmıştır. Toplantılar süreci yazılı olarak rapor edilmiştir. Bu toplantılar Ekim 1983, Ocak 1984, Mayıs 1984, Kasım 1984 ve Mayıs 1985'te gerçekleştirilmiştir.

İlk periyottan sonra öğretmenlerin tecrübelerinde sabit oranda bir yükselme gözlenmiştir. 40 okulda bu sefer öğretmenlere profesyonel öğretmen eğitimcileri ders vermiştir. Yine Hewet takımının çalışanları sınıf aktivitelerinde bulunmuşlardır. Şubat ve Ekim 1985'te takım, deneyimleri ve bilgileri değiştirme konusunda 24 saat süren iki ayrı konferans verilmiştir. 45 ya da 50 okuldan reaksiyonlar alınmıştır. Öğretmenlerin %20 sinin nötr, %29 unun yaklaşık olarak pozitif, %59 unun çok olumlu oldukları gözlenmiştir(Lange, 1989: 200).

Lange (1989) öğrencilerle yaptığı görüşmeler sonucunda bu yeni alışılmadık yöntemin, daha fazla anlayış gerektirdiği için öğrencilere zor geldiğini ortaya çıkarmıştır. Bazılarına göre ne yaptıklarını biliyor olmaları onları mutlu etmiştir. Bunun yanında birçok formülle uğraştıkları için zorlanmışlardır. Bazısına göre günlük hayatta matematiği kullanmak hoşlarına gitmiştir.

Öğretmenlere, uygun test hazırlamak ve onları değerlendirmek zor gelmiştir. Deneysel öğrenci materyallerinden yeni öğretim programına göre yeni amaçlar üretmek zor olmuştur: Öğrenme geliştirilmelidir. Öğrencilerin bilmedikleri şeyi

bulmaktan çok neyi bildiklerini bulmak gerekir. Dersin amaçlarını işler hale getirmeliyiz. Proje tarzı ödevler verilerek onlar değerlendirilmelidir. İki türlü ödev verilebilir: 1- Açık uçlu sorular olan test, 2- Proje ödevi. Bunlar öğrencilerin yetenekleri göz önüne alınarak puanlanmalıdır (Lange, 1989: 202).

Lange'ye (1989) göre bu araştırma sonucunda öncelikle öğretmenler eğitilmelidirler. Öğretmenlerden bazılarının görüşleri şöyledir: Matematik böylelikle kendi yapısını kaybetmektedir. Matematik bir kesinlik (certainty) değildir. Bir çok doğru cevap oluşturulabilir. Öğrenciler, öğretmenlerden daha iyi çözümler üretebilirler. Öğrenciler ve öğretmenler arasında daha fazla etkileşim sağlanabilir. İyi bir eğitimle öğretmenlerin tutumları değiştirilebilir. Hollanda'da bu yenilik üzerine daha fazla yoğunlaşmalıydılar. Öğrencilerin çoğu buna olumlu baksalar da yeni öğretim programı onları korkutmuştur.

Avusturalya ve Hollanda'nın yanı sıra Hermann ve Hirsberg (1989) Danimarka'da matematiksel modelleme ile ilgili bir araştırma yapmışlardır. Danimarka'da 1988 Ağustos'undan sonra, model ve modellemelerin tanımı Milli Eğitim Bakanlığı tarafından öğretmenlere yönerge olarak sunulmuştur. Çok da karmaşık olmayan bu yönergede istenen öğrencilerin kendilerinin modelleme sürecini gerçekleştirebilmelerini sağlamaktır. Aşağıdaki maddeleri içermektedir:

1-)Basit problemler, basit geometri problemleri yer almalıdır.

2-)Model inşasında yer alan elemanlar ve problemler matematiksel modellerin uygulamaları ile ilişkili olarak hazırlanmalıdır. Modellemenin amacına uygun olarak gerçek hayattan alınan problemler basitleştirmeler içermelidir. Bilgi eksikliği olmamalıdır. Problemlerin doğruluğu gösterilmelidir.

3-) Öğretim sırasında öncelikle üstel fonksiyonları, lineer cebiri, diferensiyel denklemleri, lineer programlamayı içeren matematiksel modelleme örnekleri verilmelidir.

4-) Genel, dinamik ya da olasılıklı simulasyon programlarına yer verilmelidir.

5-) Fizik, ekonomi ya da ekoloji konularında matematiksel modellemeye yer verilmelidir.

Hermann ve Hirsberg'e (1989) göre 1960'dan 1970 yılının ortalarına kadar yeni matematik hareketi güçlü bir şekilde etkisini göstermiştir. Öğretim programı 1971'den itibaren uygulamaya konmuştur. 1971-1988 yılları arasında bir grup matematik öğretmenine hizmet içi eğitimler verilmiştir ve okullarda uygulamaya geçilmiştir. Her sene başında hizmet içi eğitim seminerleri düzenlenmiştir. A seviyede 40 saatlik seminerde biyoloji, ekonomi, fizik, sosyolojide kullanılan matematik uygulamaları gösterilmiştir. Kurs sonunda matematiksel modelleme vurgulanmıştır. Ayrıca bu periyot süresince ileriki matematik bilgilerini geliştirecek matematik eğitiminin tartışıldığı dersler yer almıştır. Ayrıca matematik bilgisi üzerine etkisi olan yazılı kağıtlar tartışılmıştır. Bu özel kursta matematiksel modellemeye uygun problemler ve açık uçlu problemler yer almıştır. Bu süreç içinde öğrenciler problemi formüle etme, matematiksel modeli oluşturma, matematiksel problemi çözme, matematiksel modelin uygulamasını değerlendirme, varsayımları ve sonuçları değerlendirme aşamalarından geçmişlerdir. Bugünkü yazılı sınav kağıtları daha çok gerçek uygulamalı problemler içerir ve açık problemler matematik derslerinde yer almaktadır.

1970'lerin sonunda, geniş kapsamlı yeni öğretim programları okullarda uygulanmaya başlanmıştır. Bu programlar matematiksel modelleme ve matematik uygulamaları içerir. Standart deneysel matematik öğretim programı 1988'de yayınlanmıştır. Bundan sonra öğretim programına uygun modellemenin yer aldığı kitaplar oluşturulmuştur(Hermann ve Hirsberg, 1989: 223).

1987'de 16-19 yaşları arasındaki öğrencilerin %50'den fazlası deneysel matematik öğretim programı hakkında bilgiye sahip olmuştur ve bu öğretmenler tarafından fark edilmiştir. Matematiksel modelleme; üstel fonksiyonlar, diferensiyel denklemler, trigonometri, analiz (calculus), lineer programlama, özyineleme (recursion) ve grafik teorisi gibi konularda yer almıştır. Ayrıca uygulamalar, ekonomi, ekoloji ve grafik üzerine odaklanmıştır (Hermann ve Hirsberg, 1989: 224).

Messmer (1989) Almanya eğitim sistemi üzerine odaklanmıştır. Matematik öğretiminde, modelleme ve uygulamalar üzerine Almanya eğitim sisteminde tartışılan üç eğilim şunlardır: Özgür (emancipatory) eğilim, bilime dayalı eğilim, tamamlayıcı eğilim.

Burada modelleme ve uygulamalar üzerine sadece birkaç deneysel araştırma yapılmıştır. Bu araştırmaların bir çoğu gerçek hayat durumlarında matematiği uygulama becerisinin nasıl öğretildiği ile ilgilidir.

Messmer (1989) tarafından 1982'de ortaokul üstü seviyesinde yapılan bu araştırmada tüm öğretim zamanının yaklaşık % 15 i uygulamalara sadık kalmıştır. Bu yeni konu ile karşılaştıklarında öğretmenlerin %40 ı gerçek hayat problemlerine nadiren başlamıştır ve yaklaşık % 40 ı bunu nadiren yapmıştır. % 30 u matematiksel metotları nadiren kelime (word) problemlerinde kullanmıştır ve sadece % 15 i bunu düzenli olarak yapmıştır. % 90 ı nadiren modelleme sürecinde yer alan güncel problemleri, problem çözmek yerine kullanmışlardır. Önümüzdeki yıllarda genç öğretmenler hizmet öncesi ve hizmet içi eğitimlere alınmalıdırlar.

Öğretmenlerle yapılan çalışmaların yanı sıra Fusaro (1985) öğrenciler üzerinde bir araştırma yapmıştır. 1985 yılında 90 problem çözme takımının katıldığı modelleme ile ilgili bir matematik yarışması düzenlenmiştir. İki tane problem sorulmuştur. İlk problem, hayvan popülasyonu problemi için 60 cevap kağıdı, ikinci problem, stratejik rezerve problemi için 30 cevap kağıdı değerlendirilmiştir. Bu yarışma A. P. Hilman başkanlığında New Mexico Üniversitesinde gerçekleştirilmiştir. Her cevap kağıdı en az 3 kişi tarafından okunmuştur ve özenle incelenmiştir. Yarışmaya katılan herkese sertifika verilmiştir. En iyi 18 tane cevap kağıdı belirlenmiştir. 6 tane cevap kağıdı için bronz plaket verilmiştir.

Matematiksel modelleme ile ilgili olarak ayrıca Ikeda ve Stephens (2001), küçük gruplara ayrılmış tüm sınıf tartışmalarının, iyi yapılandırılmış sorularla birlikte, öğrencilerin modelleme hakkındaki düşüncelerinin gelişmesinde yardımcı olacağını vurgulamaktadırlar. Haines, Crouch ve Davis (2001), teşhis etme ve

değerlendirme için, modellemenin farklı aşamaları üzerine odaklanılan çoktan seçmeli modelleme problemlerinin oluşturulmasını geliştirmişlerdir.

Ikeda, Stephens ve Matsuzaki (2007) çoktan seçmeli modelleme problemlerini ele aldıkları bir pilot çalışmada şu sorulara yer vermişlerdir:

- ❖ Çoktan seçmeli modelleme problemlerini kullanarak, öğrenci ve öğretmen arasındaki etkileşimle, öğrencilerin modelleme hakkındaki düşünceleri elde edilebilir mi?
- ❖ Çoktan seçmeli modelleme problemlerinin kullanımı ile öğretim sonucunda, öğrencilerin modelleme bilgilerinde ne tür değişiklikler olabilir?
- ❖ Bu yaklaşımla lise öğretim programında matematiksel modelleme ile ilgili bazı noktalar öğrenciye verilebilir mi?

Ikeda, Stephens ve Matsuzaki (2007) yaptığı bu çalışma dört farklı döngü içermektedir. Her biri yaklaşık bir saat sürmüştür:

- 1) Bir ya da iki çoktan seçmeli modelleme problemleri belirlenir ve öğrencilerin üstesinden gelmelerini sağlanır.
- 2) Öğrenciler problemleri bireysel olarak çözerler.
- 3) Öğrenciler cevaplarını 3 er kişilik gruplarda tartışır.
- 4) Öğrenciler kısa bir rapor hazırlarlar.

Öğrenciler daha sonra cevaplarını tüm sınıfla tartışır. Öğretmen önemli noktaları belirtir.

Bu döngüde sadece 1 ya da 2 modelleme problemi tartışılmıştır. Döngü 1 den önce döngü 4 ten sonra öğrencilerin düşüncelerini değerlendirmek için 3 soru sorulmuştur:

1. soru: Matematiksel model nedir? Bir matematiksel modeli oluşturmak kolay mı zor mudur? Ne düşünüyorsunuz?

2. soru: Hangi süreçler gereklidir? Matematiği kullanarak daha önce bir gerçek hayat problemi çözdünüz mü? Matematiği kullanarak bir gerçek hayat problemi çözerken ne tür bir süreç gerekmektedir?
3. soru: İyi bir model nasıl oluşturulur? Matematiği kullanarak bir gerçek hayat problemi çözerken hangi noktalara değinilmelidir? Hangi düşünceler önemlidir?

Ikeda, Stephens ve Matsuzaki'nin (2007) araştırmasında öğrencilerin ilerlemesini değerlendirmek için sırasıyla bir ön test ve bir son test hazırlanmıştır. Bu test, Haines, Crouch ve Davis (2001), Treilibs, Burkhardt ve Low (1980), Nagasaki (2001) ve yazarlar tarafından hazırlanan 12 sorudan oluşmaktadır. Her testte 6 soru maddesi yer almaktadır.

Bu pilot çalışma, Yokohama, Japonya yakınlarında Kanagawa Sogo Lisesi'nde yapılmıştır. Bu çalışmaya katılması için okulla anlaşmaya varılmıştır. Matematik öğretmenleri, Haziran ayının iki cumartesi günü öğrencilerine matematiksel modelleme dersi vermiştir. 9 öğrenci katılmıştır. Bir öğrenci ilk günden sonra ayrılmıştır, 8 öğrenci ile devam edilmiştir. 8 öğrenci hem ön test hem son test e katılmıştır. Bu pilot çalışmada, 4 öğrencilik iki grup oluşturulmuştur. Her iki grubun da son testte gösterdikleri başarı ilk testten daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Crouch ve Haines (2003, 2004), 1. sınıf üniversite öğrencilerinin modelleme becerileri üzerinde çalışma yapmışlardır. Öğrencilerin gerçek dünyadan model oluşturmalarında zorlandıkları gözlenmiştir. Bu davranış, matematik ve fen bilimlerinde geniş çaplı yapılan araştırmalarla tutarlıdır. Schoenfeld'a (1987) göre, genellikle öğrenciler, problemi analiz etmek için yeterli zaman harcamazlar. Zeitz'e (1997) göre ise uygun problem sunumu hazırlamak için yeterli zaman harcamazlar. Patel ve Ramoni (1997), yaptıkları araştırmalarda öğrencilerin gerçek hayat probleminin modelle olan ilişkisine bakmadıklarını gözlemişlerdir. Gobet'e (1998) göre öğrenciler ayrıca, modelleme çeşidini belirleme konusunda, çözümü bulmak için uygun kavramların ve prosedürlerin erişimi konusunda zorluklarla karşılaşmışlardır.

Yukarıda bahsedilen bilgilere göre uzmanlar, gerekli bilgiyi kullanmada daha etkilidirler. Karmaşık ödevler, genişletilmiş matematiksel modelleme projeleri ve karmaşık araştırmalar, gösteriyor ki uzman olabilmek için birçok yıl bu konuda uygulamalar yapmak ve tecrübe kazanmak gerekmektedir. Crouch ve Haines (2007) tarafından orta seviyeli öğrencilerle yapılan bu çalışmada göreceli olarak onların başarılı modelleme yaptıkları gözlenmiştir. Bazıları hala zaman zaman ilk seviyede zorluklar yaşamaktadırlar ki bu onlardan beklenen bir şeydir. Uzman seviyede, bilgileri ile modelleme becerilerini birleştirmede yeterli olmadıkları gözlenmiştir. Öğrencilerin motivasyonları ve ilgileri ile veri yoktur. Bu gelecek araştırmalar için kullanışlı olabilir.

Caron ve Belair (2007) tarafından yapılan bir çalışma Montreal Üniversitesi'nde matematiksel modelleme derslerinden oluşturulmuştur. Bu ders matematik bölümü öğrencileri tarafından son yıllarında seçilmiştir. Öğrencilere açık uçlu modelleme projeleri verilmiştir. Amaç öğrencilerin modelleme becerilerini geliştirmektir. 18 öğrenciden 9 u gönüllü olarak 2004 güz döneminde çalışmaya katılmışlardır. Öğrencilere eğitimsel geçmişleri, matematik, uygulamalar, modelleme ve teknoloji ile ilgili olarak, 10 sayfalık bir anket uygulanmıştır. Çalışma deneyimleri, karmaşık projelerdeki deneyimleri, katılımcıların tercihlerini okuma ve ayrıca dökümanlama ele alınmıştır. Modelleme projeleri üzerinde son yazılı raporlarda, modelleme aşamalarına gerekli önem verilip verilmediğine bakılmıştır ve her aşamada yer alan yetenekler değerlendirilmiştir. Bireysel farklılıkları ve modelleme projesindeki yetenekleri arasındaki ilişki araştırılmıştır.

Caron ve Belair (2007) tarafından yapılan bu çalışmada projelerin öğretim programına nasıl en uygun haline getirilebileceği araştırılmıştır. Konu başlıklarının farklı olması ile farklı ilgileri olan öğrenciler için daha uygun olmuştur. Modelin uygunluğuna bakmak için yeteri kadar zaman ayrılmıştır. Sosyal bilimler ve pür bilimlerin olduğu konular değerlendirilmiştir. Birçok öğrenci için sosyal içerikler verilen öğrenciler arasında benzerlik göstermiştir. Öğrencilerin performansları baştaki durumlarına göre gelişmiştir. Tek ders ile modelleme becerilerinin geliştirilmesi zordur.

Hoyles ve Noss'a (2007) göre modern matematik öğretim programı, anlamanın geliştirilmesine yönelik olarak, bir model inşa edecek şekilde hazırlanmalıdır. Matematiksel modelleme bilgisayar ortamında da yer almaktadır. Hoyles ve Noss (2007) 3 yıl süren, büyük ölçekli, EU- finanslı projeyi araştırmışlardır. Burada yer alan web laboratuvarı (weblabs), iki sistem üzerine odaklanmaktadır: Birincisi, öğrencilerin matematik ve fen bilgilerini kullanarak modeller inşa etmeleri için programlamaya dayalı ortamdır. İkincisi, kendi düşünceleri ve programladıkları modelleri paylaşmak için webe dayalı araçlardır.

Bu çalışmada yer alan öğrenciler 10 – 14 yaşları arasındadırlar ve 6 Avrupa ülkelerinden seçilmişlerdir. Web laboratuvarı yaklaşımı, özel bir aktivite ile 'Guess my Graph' (Grafiğimi tahmin et) ile sunulmaktadır. Veriler, Londra'da 13 – 14 yaşları arasındaki 7 öğrencinin aktivitelerinden elde edilmektedir. Öğrenciler grup halinde hassas bir şekilde çalışmışlardır ve bölümler 60-90 dakika sürmüştür. Öğrencilerin grup çalışmalarında başarılı oldukları gözlenmiştir.

Maab (2007) modelleme yetenekleri üzerinde yaptığı bir çalışmada yer alan alt problemleri şunlardır:

1. Modelleme alıştırmaları içeren matematik sınıflarında, ders süresince öğrencilerin matematiksel inanışları nasıl değişmektedir?
2. Öğrencilerin modelleme sürecini anlamaları için ne kadar süreli dersler yapılmalıdır?
3. Modelleme yetenekleri nelerdir?
4. Matematiksel inanışlar ve modelleme yetenekleri arasında nasıl bir ilişki vardır?

Bu çalışmada 2. ve 3. soru üzerinde durulmuştur. Veri toplama süresince 15 ay boyunca (Nisan 2001- Temmuz 2002), 6 modelleme birimi, 13-14 yaşlarında öğrencilerden oluşan 2 paralel sınıfa ayrılmıştır. Bu birimlerden ikisinde öğrencilerden aşağıdaki soruları yanıtlamaları istenmiştir:

- 1) Porsche nin yüzeyi ne kadar geniştir? Bu soru bir yeni araba tipi tasarlandığında sorulur. Ekonomik nedenlerden dolayı, Porsche üretilmeden önce protipi üretilir.
- 2) Stuttgart-Waldhausen de çatılara konan güneş enerjisi ile suyu ısıtmak mümkün müdür?

Maab'ın (2007) yaptığı bu çalışma, Stuttgart bölgesinde, Stuttgart Üniversitesi'nin yaptığı bir araştırma projesinde eldeki olanaklarla ve sınırlılıklarla daha fazla enerji kullanımı amaçlanmaktadır. Burada teknik, ekonomik ve ekolojik açıdan düşünülmesi gerekmektedir. Bu araştırma matematik derslerinde nasıl kullanılabilir? Bu çalışma bitmiştir, fakat matematik derslerine uyarlanabilir. Öğrenciler ilk olarak problemi çözmek için ihtiyaç duydukları şeyleri listelerler: Güneş enerjisi hakkında bilgi, Stuttgart-Waldhausen 'da sıcak su tüketimi, çatıların büyüklüğü, suyu ısıtmak için gerekli enerji, yıl boyunca güneş ışınlarının değişimi.

Bu çalışmada öğrencilerin hesabı sonucunda Stuttgart-Waldhausen 'da sıcak su elde etmek mümkündür. Bunun yanında gerçeklik için yeterli olmayabilir. Çözüm yapılırken çatıları alanı ve su tüketimi hesaplamalarında basitleştirmeler yapılmıştır. Yıl boyunca güneş ışınlarının değişimi ihmal edilmiştir. Bunun yanında evler arasında sıcak su geçişi ile ilgili bir bilgi yoktur. Fakat bir evin çatısı bir aile için yeterince geniştir. Birçok aile için yeterli olmayabilir.

Ayrıca Landesgewerbeamt (1999, 2000) tarafından Friedrichshafen'de yapılan araştırma projesinde tüm evler güneş enerjisi kullanmaktadırlar ve bunların hepsi büyük bir su tankına bağlıdır. Bu çalışma neticesinde hesaplamalar gelecek için anlamlı çıkmıştır.

Maab'ın (2007) çalışma sürecinde ilk olarak öğrenciler, sınıfta yapılan modelleme ile ilgili bir rapor yazdılar. Buna ek olarak, 2 hafta sonra öğrenciler yazlı bir sınav oldular ve kendi modellemelerini, Stuttgart Üniversitesi'nde yapılan modellemeler ile karşılaştırdılar. Sonrasında öğrencilere, Stuttgart Üniversitesi'nin rapor özeti verilmiştir. Son olarak, 6 hafta sonunda, öğrencilere başka bir yazılı sınav yapılmıştır. Enerji ile ilgili bir gerçek hayat problemi sorulmuştur.

Bu nitel bir çalışmadır. Modelleme yeteneklerinin değerlendirilmesinde testler, yazılı testler, kavram haritaları ve görüşmeler yardımcı olmuştur. Görüşmeler, testler ve yazılı testler, Blum ve Kaiser (1997) tarafından verilen alt-yeteneklerin listesi doğrultusunda analiz edilmiştir. Kavram haritaları, metabilşsel (metacognitive) modelleme yetenekleri hakkında bilgi elde etmek için yorumlanmıştır. Modelleme ile ilgili her öğrenciye detaylı bir rapor yazdırılmıştır. Çelişmeli ve karşılaştırmalı analiz yapılmıştır. En önemli sonucu, düşük ortaokul seviyesindeki öğrencilerin modelleme yetenekleri geliştirilmeye çalışılmıştır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin çoğunluğu problemleri modellemişlerdir.

Galbraith, Stillman, Brown ve Edwards (2007) tarafından yapılan başka bir çalışmada matematiksel modelleme Victorian ortaokul'unda 9 yaşındaki öğrencilere uygulanmaya başlanmıştır. Burada öğrencilerin gerçek hayat problemlerini çözmeleri istenmiştir. Amaç 9 yaşındaki öğrencilerin modelleme sürecindeki başarılarını belirlemektir. Aynı zamanda 11 yaşındaki öğrencilerin sınıf içi modelleme becerilerini ve modelleme sürecinin aşamaları arasındaki geçişi yapıp yapmadıklarını belirlemektir. Matematiksel içerik, teknoloji ve modelleme arasındaki etkileşim araştırılmaktadır.

Bu çalışmada öğrencilere iki problem verilmiştir. Öğrencilerden problemlerin çözümleri alınmıştır, öğretmen ve seçilen öğrencilerin video kayıtları alınmıştır. Küçük gruplar halinde yapılan aktiviteler videoya ve kaset kayıtları alınmıştır. İlk problem dördüncü haftada yapılmıştır. Burada cebirsel, sayısal ve grafik metodlar kullanılmıştır. İkinci problem, birinciden 2 ay sonra uygulanmıştır. Fakat burada grafik üzerine odaklanılmamıştır. Her iki problem de bir hafta sürmüştür.

Galbraith, Stillman, Brown ve Edwards (2007) tarafından yapılan bu çalışmada öğrencilerin çözümlerinin analiz iki hafta sürmüştür. Bu süreçte modelleme sürecindeki aşamalara odaklanılmıştır. Matematiksel ve teknolojik aktiviteler başarılı olarak tamamlanmıştır. Matematiksel bilgi, teknolojik beceriler dikkate alınarak çatı iyi oluşturulmuştur. Öğrencilerin karmaşık terimlerde zorlandıkları gözlenmiştir. Yorumlama daha basit olabileceği düşünülmektedir.

Almanya’da yapılan bir diğer çalışmada Blum ve Leib’e (2007) göre burada yer alan iyi öğretim kavramı genellikle günlük öğretimden uzaktır. TIMSS sonuçları Almanya Hükümeti’ni harekete geçirmiştir. 1998 yılında matematik öğretiminin niteliğini geliştirmek amacı ile SINUS isimli proje reformu kurulmuştur. 1998 yılında 180 okulda başlatılmıştır ve şu an 1500’den fazla okulda yer almaktadır. SINUS’un temel prensipleri şunlardır: Öğretimde, ödevlerin uygulanmasında ve işbirliğinde bir reformdur. Bunun yanında SINUS öğretmenleri, öğrencilerin problem çözerken karşılaştıkları zorlukların bilgi eksikliğinden kaynaklandığını düşünmektedirler ve öğretmenler için en uygun yol, öğrencilerin çözüm sürecinde karşılaştıkları zorlukları teşhis etmektir.

SINUS (A reform Project that aimed at improving the quality of mathematics and science teaching) projesinden ayrıca DISUM (Didactical intervention modes for mathematics teaching oriented towards self-regulation and directed by tasks) projesi, Kassel Üniversitesi, matematik eğitimi ve pedagoji arasında oluşturulan bir projedir. 9. sınıf öğrencilerinin ve öğretmenlerinin modelleme problemlerine karşı nasıl bir tutum sergiledikleri araştırılmaktadır. Bu projede; uygun modelleme ödevlerinin yapısı, bu ödevlerin analizi, öğrencilerin laboratuvar ortamında problem çözme süreçlerinin teori destekli tarifi ve detaylı bir çalışma, bu laboratuvar ortamlarından öğretmenlerin teşhisi ile ve araya girmesiyle teori destekli tarifi ve detaylı bir çalışma, ders süresince modelleme problemleri ile detaylı bir çalışma SINUS projesinde yer alan öğretmenlerin deneyimlerinden yararlanma, derslerin teori destekli tarifi, öğrencilerin başarılarını ve tutumları ölçmek için çeşitli araçların yapılandırılması, modelleme problemlerini çözebilmeleri için gerekli stratejileri öğrencilere öğretme ve modelleme problemlerinin iyi yapılandırılmış olarak hazırlanması için öğretmenleri eğitmektir.

Bu çalışmada 9. sınıf öğrencileri modelleme problemlerini çözerken gözlemler, video kayıtları alınmıştır ve görüşmeler yapılmıştır. Hauptschule’den Gymnasium’a kadar öğrenciler yeteneklerine göre ikişerli gruplara ayrılmıştır. Öğrenciler 227 metin okumuştur. Burada hem durumu, hem problemi anlama öğrenciler için düşündürücü bilişsel bir engel oluşturmuştur. Bu problem öğrencilere

verilen en zor problemdir. Öğrenciler kolaylıkla kuralı bulmuşlardır. Uygun modeli yapılandıramamışlardır. Matematikleştirme zor olmuştur. Bu aşama en çok dikkat edilmesi gereken aşamadır. Öğrenciler modelin geçerliliğine bakmadıkları için modeli geliştirmeye çalışmamışlardır. Farklı bir sonuca ulaşmamışlardır.

Blum ve Leib (2007) tarafından yapılan bu çalışmada Hauptschule'den Gymnasium'a kadar bütün okul türlerinde, modelleme problemlerinin yapıldığı dersler videoya kaydedilmiştir. Bu gözlemler sonucunda şu sonuçlar elde edilmiştir. Öğrencilere, model oluşturmaları, tartışmaları ve iletişim kurmaları için olanak sağlanmıştır. Zihinsel aktiviteler uyarlanmıştır. Öğrenciler çoğunlukla bağımsız çalışmışlardır. Atmosfer, hataların olmasına ve değerlendirmenin özgür olmasına olanak sağlamıştır. Sonunda bir tartışma yapılmıştır ve tartışma sonucunda yansıma oluşmuştur. Sürecin sonucunda bir yansıma olmamıştır. Çoğunluğu Hauptschule'den katılan öğretmenler, öğrencilerin çözümü bulmalarında başarılı bir şekilde yardımcı olmuşlardır. Öğrencilerin bağımsız olarak çalışmaları, öğretmenleri tarafından desteklenmeleri ile süreç gerçekleştirilmiştir. Öğrenci merkezli eğitim ortamında burada en büyük rol öğretmene düşmüştür.

Yukarıdaki çalışmada bahsedilen projeden farklı olarak Kaiser (2007) tarafından ele alınan 'Okulda Matematiksel Modelleme' projesi, 2000 yılında Hamburg Üniversitesi, Eğitim Bölümü'nün Matematik Öğretimi işbirliği ile Matematik Bölümü tarafından oluşturulmuştur. Bu üniversite projesi, ortaokul matematik öğretmeni adayları için okul ve üniversite arasında birleşimi gerçekleştirmek amacıyla oluşturulmuştur. 16-18 yaşları arasındaki ortaokul öğrencilerinden oluşan gruplar öğretmen adayları denetiminde yer almaktadır. Her grup bağımsız olarak bir modelleme örneği üzerinde derslerde ya da okul sonrası grup çalışmalarında çalışmışlardır.

Burada asıl konu matematik bölümünün akademik öğretim programını değiştirmektir. Böylece ileride matematiksel modelleme matematik öğretiminde merkezi bir rol oynayacaktır. Bu proje ile matematik öğretmeni adaylarının, matematik öğretiminde modelleme sürecini gerçekleştirmeleri sağlanacaktır. Katılan

öğrencilerin matematiksel modelleme yeteneklerinin belirlenmesi beklenmektedir. Amaç matematik uygulamalarındaki yeteneklerini belirlemek değildir.

Kaiser'in (2007) çalışmasında yer alan her ders bir ya da iki dönem sürmüştür. Modelleme öğretiminin sorularla kısa bir tanıtımı yapıldıktan sonra, bir gerçek hayat problemi ile başlanır. Bu problem okul dersleri çatısı altında üç ay süresinde uğraşılır. Birinci dönem sonunda sonuçlar öğrenciler tarafından sunulur. İkinci dönem boyunca devam eder. Ancak tüm okullar ve öğretmen adayları katılmaz. Üniversite dersinde öğrencilerin çözümleri tartışılır. Bazı problemler çok basitleştirilmiştir. Ya da bazılarının sonuçları yoktur. Genellikle sadece problem durumu tanımlanmıştır ve onu çözebilmeleri için geliştirmişlerdir. Problemi tanımlama ve geliştirme modelleme sürecinin en önemli aşamasıdır. Öğretim ve öğrenme sürecinde, öğrenciler öğretmenlerinden destek almadan problemleri çözmeye çalışmışlardır. Sadece danışmanlık yapmışlardır. Matematiksel anlamlarda biraz yardımcı olmuşlardır.

Bu projenin amacı öğrencilerin modelleme yeteneklerini belirlemektir. Sonbahar 2004 den yaz 2005 e kadar modelleme yeteneklerinin geliştirilmesi değerlendirilmiştir. Burada tartışılan örnekler daha karmaşıktır ve öğrenciler bağımsız olarak çalışmak zorunda kalmışlardır. Test yapılmıştır. Orijinal olarak Haines, Crouch ve Davis (2001) tarafından oluşturulan ve Houston ve Neill (2003) tarafından ve Izard ve diğerleri (2003) tarafından geliştirilmiştir. Bu test uygun gözükmemektedir, çünkü modelleme sürecinin farklı aşamalarındaki yeteneklerini ölçmemektedir. Burada bilişüstü yetenekler düşünülmemiştir. Bu test aşağıdaki yetenekler üzerinde yoğunlaştırılmıştır (Kaiser, 2007:115-116):

- ❖ Gerçek hayat problemi ile ilgili varsayımlar oluşturma,
- ❖ Gerçek modelin amacını açıklama
- ❖ Problem durumunu formüle etme,
- ❖ Modelde yer alan değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme,
- ❖ Matematiksel durumları formüle ederek problemi açıklama,
- ❖ Modeli seçme,
- ❖ Grafik kullanma,

❖ Sonucu gerçek hayata yorumlama.

Test çoktan seçmeli olarak oluşturulmuştur. Her testte 8 soru maddesi yer almaktadır. Her maddeye 0-2 puan verilmiştir. En yüksek puan 16 dır. 20 dakika sürmektedir. Bu teste paralel 2 test daha yapılmıştır. İlk başta bu test, birinci modelleme ünitesinden (3,5 ay) sonra ikinci test ve ikinci modelleme ünitesinden (sonraki 3 ay) sonra uygulanmıştır.

1. test süresince yeteneklerindeki gelişmeye odaklanılmıştır. Çünkü birinci modelleme ünitesinden sonra öğrencilerin büyük çoğunluğu ve öğretmen adaylarının çoğu projede bilgi paylaşımı yapmamışlardır. Zaman sıkıntısı nedeniyle diğer sınavlarından kaynaklanmaktadır. İkinci dönemdeki okul sınavları sonuçları son teste yansımıştır.

Barbosa (2007) tarafından yapılan bu araştırma hizmet öncesi (öğretmen adaylarına) verilen matematiksel modelleme dersini içermektedir. Öğrencilerden matematik uygulamalarını çözmeleri, formüle etmeleri istenmiştir. Bu durum gözlenmiştir ve öğretmenlerle görüşmeleri kayda alınmıştır. Öğrenciler ve öğretmen arasındaki etkileşimden nitel veriler elde edilmiştir.

Bu çalışmada yer alan matematiksel modelleme dersi haftada iki saat, bir dönem boyunca toplam 36 saat sürmüştür. Ağustos ve Aralık 2004 arasında uygulanmıştır. Matematik öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerine uygulanmıştır. Derste yer alan aktivitelerden birisi modelleme projesidir, ders süresince yani bir dönem boyunca geliştirilmiştir. Öğrenciler gruplara ayrılmış, bir tema oluşturulmuş, problemler formüle edilmiş ve matematik kullanılarak çözülmüştür. Bu çalışma sonrasında öğrencilerden yazılı rapor istenmiştir. Bu raporlar ayrıca sınıfta açıklanarak yorumlanmıştır. Dönem sonunda öğrenciler projelerini sunmuşlar, ders sonunda öğretmen önderliğinde tartışma ortamı yaratılmıştır (Her gruba 1 saat süre verilmiştir). Dönem boyunca araştırma asistanı tarafından videoya kaydedilmiştir.

Burada ilk raporda öğrenciler sağlık ve çevre için sigaranın zararları ile ilgili olarak iki sayfalık metin ile aydınlatılmıştır. İnternet yoluyla veriler elde edilmiştir.

Salvador’da yaşayan sigara içicileri yılda ne kadar karbonu atmosfere yaymaktadırlar? Yazılı raporlarında bunu çözmede başarısız olmuşlardır fakat öğretmen istemiştir. İkinci yazılı raporlarında, öğrenciler daha fazla bilgi elde ederek nikotinin vücut üzerindeki etkisini, internet üzerinden araştırmışlardır. Öğrencilerle yapılan yüz yüze görüşmelerde, veriler için uygun yaklaşımlar tartışılmıştır. Uygun bir zamanda öğrenci grupları öğretmen ile buluşarak matematiksel modelin yapısını oluşturmaya çalışmışlardır. Sözlü sunum gününde, takım, nikotinin vücut üzerindeki etkisini sunmuşlardır. Daha sonra, bu durumda olan insanlardan örnekler vermişlerdir.

Barbosa’nın (2007) yaptığı çalışmanın analizinde, öğretmen-öğrenci etkileşimi sözlü, yazılı ve bilgisayar medyası tarafından oluşturulmaktadır. Öğretmen organize eden ve kuran kişi olmalıdır. İlk çalışmada öğretmen tartışmayı başka bir yöne doğru kaydırmıştır. 2. çalışmada tartışma amacından sapmasına rağmen, öğretmen soruları ile ortamı çalışma normlarına uygun hale getirmiştir.

Doerr’un (1997) yaptığı çalışma, küçük, kırsal bir şehirde, bir alternatif devlet okulunda bir sınıfta cebir, trigonometri ve fizik bütünleştirilerek yürütülmüştür. Okulun öğrenci nüfusu, tüm okul bölgesinde etnik ve sosyal farklılığı yansıtmaktadır. Bu okul, Coalition of Essential School’un bir üyesidir ve ortaöğretimde önemli reformları istenmiştir. Bu sınıf 17 öğrenciden oluşmaktadır, 9. sınıftan 12. sınıfa kadar öğrenci bulunmaktadır. Dallar arası ders, her hafta 4’lü 90 dakikalık periyotlardan oluşmaktadır. Bu sınıfa iki deneyimli matematik ve fizik öğretmenleri ders vermektedir. Bilgisayar teknolojisi ve özellikle yazılım konusunda deneyimli öğretmenlerdir. Öğretmenler ayrıca etkileşimli fizik konusunda deneyimlidirler. Birçok öğrenci önceki yıllarda bu konuları görmüşlerdir ve ayrıca yazılımın kullanımı ile öğrenmeye etkisi en düşük seviyededir.

Bu çalışmada üçer kişilik gruplar oluşturulmuştur ve anlamaları ve aktiviteleri gözlenmiştir ve analiz edilmiştir. Öğrenciler kendi modellerini geliştirmişlerdir. Her grup büyüklük, cinsiyet dengesi, uzmanlık olarak birbirlerine benzerdir. Geleneksel öğretim stratejilerinde özellikle ortaokul matematiği ve fen bilimlerinde, büyük gruplarla, bireysel problem çözme aktiviteleri yer almaktadır. Karşıt olarak, bu

çalışmadaki öğretim yaklaşımı küçük grupların öğrenimi ve etkileşimi vurgulanmaktadır. Bir küçük grubun perspektifinden, ortaya atılan problemlerde öğrencilerin yorumları, varsayımları görüşmeleri, veriyi analiz etmek için kendi stratejileri, bir ya da daha fazla varsayımların doğrulanması, araçların kullanımı ve analiz edilen veriler ve yorumlar. Veriler, tüm sınıf sürecinin, küçük grup aktivitelerinin görüntülerinin yer aldığı video kasetleri, öğrencilerin bilgisayar çalışmalarının kopyaları, öğrenci değerlendirmelerinin kopyaları, bireysel görüşmelerin kaydedildiği video kasetleri, öğrencilerin ön-test ve son test sonuçlarından oluşmaktadır. Öğrencilerin kazanılan içerik bilgilerinin nicel analizi yapılmıştır. Bireysel görüşmeler de rapor edilmiştir.

Bu çalışmada bütünleştirici modelleme yaklaşımı ile deney, simulasyon ve analiz uygulanması ile öğrencilerin bir dizi araç gereçlerle kendi düşüncelerini ifade ederken sunumu kullanmaları sağlanmaktadır ve alternatif hipotezlerin araştırılması ve sunumun her ikisinin de farklılığı sonuçlanmaktadır.

Doerr'e (1997) göre simulasyon ortamının kullanımı öğretim programının en önemli bölümünü oluşturmaktadır. Çalışmanın son iki haftası süresince, öğrenciler özel olarak hazırlanan problemleri hiçbir kısıtlama yapılmadan çözerken, denklemleri kullanmışlardır. Öğretmenler tarafından yönlendirilmişlerdir ve kuvvet diyagramları ve cebirsel denklemler üzerinde durulmuştur. Bu bölümde modelin yapısı ve varsayımlardan çok uygulamalara odaklanılmıştır. Model inşası sürecinde öğrenciler compact cebir ve geometrik sunumlarla uğraşmışlardır ve özel problemleri verimli bir şekilde çözmeye çalışmışlardır. Öğrenciler problemi analitik olarak incelemişlerdir ve onlara gerekli olanaklar sağlanmıştır. Simulasyon ortamı, varsayımları açığa çıkarmak ve bulmak için kullanılmamıştır. Ayrıca simulasyon ortamı, deneylerden elde edilen çıktıları tahmin etmek ve daha sonra bunların doğrulunu kontrol etmek için kullanılmamıştır.

Deney grubundaki değişkenler arasındaki ilişkiler hakkında alternatif tahminler araştırılarak bunlar Function Probe tarafından desteklenerek analiz araçları sağlanmıştır. Öğrenciler deneysel verilere girerek simulasyon verileri ile grafikler oluşturmuşlardır. Bu çalışmanın amacı şunu göstermektedir ki öğrenciler sadece

verilere uygun fonksiyonlar oluşturmak için dönüşüm stratejileri kullanmamışlardır. Ayrıca, oluşturdukları grafiğin geçerliliğini göstermişlerdir. Model inşası yaklaşımı ile deney grubunun karmaşık modelleri yaparak grubun geliştiği, bu yolla birçok modeli inceledikleri gözlenmiştir. Modelleme süreci hem bütünlemeyi hem de karmaşıklığın artmasını sağlamıştır.

Doerr'un (1997) çalışmasının sonucunda, öğrencilerin doğrusal anlamaları sürdürdükleri ve daha hızlı hareket ettikleri görülmüştür. Öğrencilerin okul matematiği ve fen bilimleri bilgilerinde eksiklik olduğu görülmüştür. Böylece bu çalışma, modelleme yaklaşımının olurluluğunu ve etkinliğini kanıtlamaktadır. Burada üç düğüm noktası yer almaktadır: Deney, simulasyon ve analizdir.

Özet olarak matematiksel modelleme ile ilgili yapılan çalışmalarda, matematik öğretimi, matematiğin diğer derslerde kullanımı ve gerçek hayat problemlerinin çözümü esnasında matematiksel modellemenin kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır. Anker'in (1989) yaptığı araştırmada olduğu gibi öğrenciler gerçek hayat problemleri sayesinde matematiği nerede ve nasıl kullanacaklarını öğrenmektedirler. Özellikle üniversite öğrencileri pür matematik ile matematiksel modelleme arasındaki farkı Spanier'in (1992) araştırmasında olduğu gibi fark ettikleri görülmüştür. Üniversitede Caron ve Belair (2007) tarafından yapılan bir araştırmada öğrencilerin ilk duruma göre matematiksel modelleme ile ilgili olarak farklılık gösterdikleri ortaya çıkmıştır. Böyle bir normal eğitimin yanı sıra uzaktan eğitimle matematiksel modellemenin yapılabileceğini Fuller (1989) çalışmasında bahsetmiştir. Ancak böyle bir eğitim için tüm olanakların sağlanması gerekmektedir. Bu çalışma ile yakından ilişkili olan Hoyles ve Noss'un (2007) çalışmasında, bilgisayar ortamında öğrencilerin matematiksel modellemede başarılı oldukları saptanmıştır. Lange'nin (1989) Hollanda eğitim sisteminde, Hermann ve Hirsberg'in (1989) Danimarka eğitim sisteminde ve Messmer'in (1989) Almanya eğitim sisteminde matematiksel modelleme ile ilgili öğrenciler ve öğretmenler üzerinde yaptıkları çalışmalarda öğretmenler ve öğrencilerden olumlu sonuçlar aldıkları görülmüştür. Matematiksel modelleme yarışma konusu olarak ele alınmaya başlandığından Fusaro (1985), matematiksel modelleme ile ilgili yarışma üzerine bir

araştırma yapmıştır. Ikeda, Stephens ve Matsuzaki (2007) çoktan seçmeli modelleme problemlerini ele aldıkları bir çalışmada öğrencileri ilk teste oranla son teste daha başarılı oldukları gözlenmiştir. Crouch ve Haines (2007) tarafından orta seviyeli öğrencilerle yapılan bir çalışmada göreceli olarak onların başarılı modelleme yaptıkları gözlenmiştir. Maab'ın (2007) modelleme yetenekleri üzerinde yaptığı bir çalışmanın sonucunda öğrencilerin çoğunluğunun problemleri modelledikleri gözlenmiştir. Yine Galbraith, Stillman, Brown ve Edwards (2007) tarafından yapılan başka bir çalışmada matematiksel modelleme 9 yaşındaki öğrencilere uygulanmıştır. Bu çalışmada öğrencilerin karmaşık problemlerde zorlandıkları görülmüştür. Almanya'da yapılan bir diğer çalışmada Blum ve Leib (2007) proje destekli bir çalışma sürdürmüşlerdir. Bu çalışmanın sonunda öğrencilerin başarılı oldukları gözlenmiştir. Bu projeden farklı olarak Kaiser (2007) öğrenciler üzerinde başka bir proje ile araştırma yapmıştır. Öğrencilerin proje ödevi sırasındaki durumları ele alınmıştır. Barbosa'nın (2007) öğretmenler ve öğrencilerle yaptığı araştırma sonucunda olumlu sonuçlar almıştır. Doerr'un (1997) çalışmasının sonucunda matematiksel modelleme sürecinde üç düğüm noktası yer almaktadır. Bunlar deney, simulasyon ve analizdir.

BÖLÜM 3

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeline, çalışmaya katılan kişilere, verilerin toplanmasına ve verilerin analizine yer verilmiştir.

3.1 Araştırmanın Modeli

Ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının, matematiksel modelleme yapabilme bilgi ve becerileriyle ilgili yapılan bu çalışmada açıklayıcı durum analizi (exploratory case study) yapılmıştır (Davey, 1991).

Açıklayıcı durum analizi yoğunlaştırılmış durum analizidir. Büyük ölçekli araştırmaların uygulanmasından önce uygulanır. Program işlemleri, amaçları ve sonuçları hakkında belirsiz bir durum olduğunda exploratory case study soruların tanımlanmasına, ölçüm araçlarının seçilmesinde ve ölçeklerin geliştirilmesine yardımcı olur (Davey, 1991).

Bu çalışmada modelleme sürecini etkileyen görüş açılarının nasıl kullanılacağını anlamaya çalışıyoruz.

3.2. Örneklem

Araştırma, Ankara’da bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinde Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı 3. sınıf öğrencilerinin oluşturduğu 21 kişi ile kolay ulaşılabilir durum (convenient) örnekleme yapılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Uygulamaya katılan öğrencilerin 14’ü kız, 7’si erkektir.

Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği Bölümü’nde 2004-2005 öğretim yılı bahar döneminde 3. sınıflara bir seçmeli ders açılmış ve 21 öğretmen adayı bu dersi seçmiştir.

Araştırmada 5 ortaöğretim matematik öğretmenliği 3. sınıf öğrencisi ile görüşme yapılarak görüşleri alınmıştır. 5 öğretmen adayı ile ölçüt örnekleme

yapılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Görüşmelerden önce uygulamalı matematik dersini seçen öğrencilere açık uçlu 4 soru sorulmuştur. Bu sorulara verdikleri cevaplar dikkate alınarak başarılı 5 öğretmen adayı seçilmiştir. Verilerin analizi yapılırken her bir öğretmen adayına 1-5 arasında birer numara verilmiştir. Aşağıdaki tabloda her bir öğretmen adayına ait kişisel ilgiler ve numaralar gösterilmiştir.

Tablo1: Görüşmeye Katılan Öğretmen Adaylarına Ait Kişisel Bilgiler

Öğretmen Adayı no	Öğretmen adayının mezun olduğu okul	Rumuz	Kaçıncı tercihi
1	Anadolu Öğretmen Lisesi	Legent	4. cü
2	Anadolu Öğretmen Lisesi	Yaşayan ölü	16. cı
3	Anadolu Öğretmen Lisesi	Mavi	20. ci
4	Süper Lise	John Nesh	4. cü
5	Anadolu Öğretmen Lisesi	Schumacher	7. ci

Tablo 1 dikkate alındığında 1, 2, 3 ve 5 numaralı öğretmen adaylarının Anadolu Öğretmen Lisesi mezunu oldukları, 4 numaralı öğretmen adayının süper lise mezunu olduğu görülmektedir. Ayrıca 1, 4 ve 5 numaralı öğretmen adaylarının öğrenim görmekte oldukları bölüm, üniversite sınavında ilk 10 tercihleri arasında yer almaktadır.

Araştırma sürecinde uygulanan ön ankette yer alan 8. soru, aşağıdaki tablolarda yer alan matematik konularının ve bilgisayar kullanabilme becerisi hakkında öğretmen adaylarının kendilerini nasıl algıladıkları ile ilgili durumlarını

göstermektedir. Görüşmeye katılan ve uygulamaya katılan öğretmen adaylarının durumlarını gösteren tablolar aşağıdakiler gibidir.

Tablo 2: Görüşmeye Katılan Öğretmen Adaylarının Matematik Konuları ve Bilgisayar Becerileri İle İlgili Algıları

	Çok iyi		İyi		Orta üstü		Orta		Orta altı		Toplam	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
İntegral	0	0	2	40	3	60	0	0	0	0	5	100
Türev	1	20	2	40	1	20	1	20	0	0	5	100
Logaritma	0	0	0	0	4	80	1	20	0	0	5	100
Diferensiyel denklemler	0	0	3	60	2	40	0	0	0	0	5	100
Üstel fonksiyonlar	0	0	1	20	2	40	1	20	1	20	5	100
Bilgisayar kullanabilme becerisi	0	0	2	40	1	20	1	20	1	20	5	100

Tablo 2 de görüldüğü gibi görüşmeye katılan 5 öğretmen adayının integral, türev, logaritma, diferensiyel denklemler, üstel fonksiyonlar konuları ve bilgisayar kullanabilme becerisine ilişkin durumları yer almaktadır. Çalışma sürecinde öğretmen adaylarına yapılan ön matematiksel modelleme görüş anketinde görüşmeye katılan öğretmen adaylarının, yukarıda belirtilen konular ve beceri ile ilgili olarak durumları öğrenilmek istenmiştir.

Matematiksel modelleme görüş anketinde, öğretmen adaylarının integral, türev, logaritma, diferensiyel denklemler, üstel fonksiyonlar konuları ve bilgisayar kullanabilme becerisine ilişkin çok iyi, iyi, orta üstü, orta, orta altı, zayıf üstü ve zayıf düzeyde olup olmadıkları öğrenilmek istenmiştir. Öğretmen adaylarının hiçbir

bu konular ve beceride zayıf üstü ve zayıf düzeyde olmadıkları görülmüştür. O nedenle Tablo 2 de zayıf üstü ve zayıf sütunu yer almamaktadır.

Tablo 2 de görüldüğü gibi integral öğretmen adaylarının hiçbiri kendini çok iyi düzeyde görmemektedir. Öğretmen adaylarının %40'ı (n=2), integral konusunda iyi düzeyde olduklarını ifade etmektedirler. Öğretmen adaylarının %60'ı (n=3) ise integral konusunda orta üstü düzeyde olduklarını ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının hiçbiri integral konusunda kendilerini orta, orta altı, zayıf üstü ya da zayıf düzeyde görmediklerini ifade etmişlerdir.

Tablo 2 de görüldüğü gibi öğretmen adaylarının %20'si (n=1) türev konusunda kendini çok iyi düzeyde görmektedir. %40'ı (n=2) iyi düzeyde, %20'si (n=1) orta üstü düzeyde ve %20'si (n=1) orta düzeyde olduklarını ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının hiçbiri integral konusunda kendilerini orta altı, zayıf üstü ya da zayıf düzeyde görmediklerini ifade etmişlerdir.

Logaritma konusunda, Tablo 2 de görüldüğü gibi öğretmen adaylarının hiçbiri kendini çok iyi ya da iyi düzeyde görmemektedir. Öğretmen adaylarının %80'i (n=4) logaritma konusunda orta üstü düzeyde olduklarını ifade etmişlerdir. %20'si (n=1) ise orta düzeyde olduklarını ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının hiçbiri logaritma konusunda kendilerini orta altı, zayıf üstü ya da zayıf düzeyde görmediklerini ifade etmişlerdir.

Tablo 2 de görüldüğü gibi diferensiyel denklemler konusunda, öğretmen adaylarının hiçbiri kendini çok iyi ya da iyi düzeyde görmemektedir. Diferensiyel denklemler konusunda, öğretmen adaylarının %60'ı (n=3) çok iyi düzeyde ve %40'ı (n=2) iyi düzeyde olduklarını ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının hiçbiri diferensiyel denklemler konusunda kendilerini orta, orta altı, zayıf üstü ya da zayıf düzeyde görmediklerini ifade etmişlerdir.

Üstel fonksiyonlar konusunda, Tablo 2 de görüldüğü gibi öğretmen adaylarının hiçbiri kendini çok iyi düzeyde görmemektedir. Üstel fonksiyonlar konusunda öğretmen adaylarının %20'si (n=1) iyi, %40'ı (n=2) orta üstü, %20'si

(n=1) orta ve %20'si (n=1) orta altı düzeyde olduklarını ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının hiçbirisi üstel fonksiyonlar konusunda kendini zayıf üstü ya da zayıf düzeyde görmediklerini ifade etmişlerdir.

Tablo 2 de görüldüğü gibi, bilgisayar kullanabilme becerisi hakkında öğretmen adaylarının hiçbirisi kendini çok iyi düzeyde görmemektedir. Öğretmen adaylarının %40'ı (n=2) iyi, %20'si (n=1) orta üstü, %20'si (n=1) orta, %20'si (n=1) orta altı düzeyde olduklarını ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının hiçbirisi bilgisayar kullanabilme becerisi hakkında kendini zayıf üstü ya da zayıf düzeyde görmediklerini ifade etmişlerdir.

Tablo :3 Çalışmaya Katılan Öğretmen Adaylarının Matematik Konuları ve Bilgisayar Becerileri İle İlgili Algıları

	Çok iyi		İyi		Orta üstü		Orta		Orta altı		Zayıf üstü		Toplam	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
İntegral	0	0	5	24	8	38	6	28	2	10	0	0	21	100
Türev	1	5	5	24	10	47	4	19	1	5	0	0	21	100
Logaritma	0	0	4	19	10	47	2	10	2	10	3	14	21	100
Diferensiyel denklemler	0	0	10	47	5	24	3	14	2	10	1	5	21	100
Üstel fonksiyonlar	2	10	4	19	6	28	0	0	8	38	1	5	21	100
Bilgisayar kullanabilme becerisi	1	5	7	33	2	10	8	38	3	14	0	0	21	100

Tablo 3 te görüldüğü gibi çalışmaya katılan 21 öğretmen adayının integral, türev, logaritma, diferensiyel denklemler, üstel fonksiyonlar konuları ve bilgisayar kullanabilme becerisine ilişkin durumları yer almaktadır. Çalışma sürecinde öğretmen adaylarına yapılan ön matematiksel modelleme görüş anketinde öğretmen adaylarının, yukarıda belirtilen konular ve beceri ile ilgili olarak durumları öğrenilmek istenmiştir.

Matematiksel modelleme görüş anketinde, öğretmen adaylarının integral, türev, logaritma, diferensiyel denklemler, üstel fonksiyonlar konuları ve bilgisayar kullanabilme becerisine ilişkin çok iyi, iyi, orta üstü, orta, orta altı, zayıf üstü ve zayıf düzeyde olup olmadıkları öğrenilmek istenmiştir. Öğretmen adaylarının hiçbirisi bu konular ve beceride zayıf düzeyde olmadıkları görülmüştür. O nedenle Tablo 3 te zayıf sütunu yer almamaktadır.

21 öğretmen adayına ilişkin bulgular Bölüm 4.3 te yer almaktadır.

3.3. Verilerin Toplanması

Araştırma konusu ile ilgili literatür taranarak, bunlar araştırmanın kuramsal kısmını oluşturmuştur.

3.3.1. Ölçme Araçları

Bu çalışmada şu ölçme araçları kullanılmıştır:

- 1) Ön matematiksel modelleme beceri testi,
- 2) Son matematiksel modelleme beceri testi,
- 3) Ön matematiksel modelleme görüş anketi ve son matematiksel modelleme görüş anketi,
- 4) Görüşmeler.

3.3.1.1. Ön Matematiksel Modelleme Beceri Testi

Seçmeli dersi seçen 21 öğretmen adayı ile matematiksel modelleme dersi yapılmıştır. İlk olarak 21 öğretmen adayına matematiksel modelleme çeşitlerinden deneysel modelleme, teorik modelleme ve boyutsal analiz modelleme ile ilgili 3 soruluk matematiksel modelleme beceri testi hazırlanmıştır.

Ön matematiksel modelleme beceri testi soruları uzman tarafından incelenerek, uzman kanısı alınarak geçerliliği test edilmiştir. Ön matematiksel modelleme beceri testi iki ayrı uzman tarafından değerlendirme yapılmıştır. Öğretmen adaylarının aldıkları toplam puanlar arasında pearson korelasyon katsayısı (moment-çarpım korelasyon katsayısı) 0,99 olarak bulunmuştur. Parametreler arasındaki ilişki 0.01 düzeyinde anlamlı olduğu gözlenmiştir. Ön matematiksel modelleme beceri testinin güvenilirliği test edilmiştir. Ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan sorular şöyledir:

Ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan 1. soru, deneysel modellemeye örnek olarak Berry ve Houston (1995) dan alınmıştır. Deneysel modellemenin en basit matematiksel modelleme çeşidi olduğu söylenebilir. Öğretmen adaylarına bu soruyu çözebilmeleri için dört ders saati süre verilmiştir. İlk soru olduğu için deneysel modelleme ile ilgili olması istenmiştir. Öğretmen adaylarına yöneltilen 1. soru aşağıdaki gibidir:

Kömür ve yağ gibi yakıtı dönüşen fosillerin yanmasıyla atmosfere karbondioksit yayılır. Bu belki, kısmen biyolojik reaksiyonlarla ortadan kaldırılabılır. Fakat karbondioksitin konsantrasyonu giderek artmaktadır. Bu artış dünyanın ortalama sıcaklığında artışa neden olur. Tablo, 1980'e kadar 100 yıllık periyotta sıcaklık artışını göstermektedir.

Tablo : 1980'e kadar 100 yıllık periyotta sıcaklık artışı (Berry ve Houston, 1995: 2)

<i>YIL</i>	<i>1860'DAKİ SICAKLIĞIN ÜSTÜNE DÜNYADAKİ SICAKLIK ARTIŞI (°C)</i>
1880	0,01
1896	0,02
1900	0,03
1910	0,04
1920	0,06
1930	0,08
1940	0,10
1950	0,13
1960	0,18
1970	0,24
1980	0,32

Eğer dünyanın ortalama sıcaklığı, 1980 yılındaki değerinden 6 °C daha artarsa, bu buzullarda ve kış sıcaklığında önemli bir etki yapacaktır. Buzullardaki kutuplar eridiğinde çok fazla su sıkıntısı olacak ve bu akıntıyla birçok kara suyun altında kalacaktır. Dağların zirvesi dışında İngiltere görünmeyecektir.

Yukarıdaki verilerle bir model bul. Dünyanın sıcaklığı 1860'daki değerlerin 7 °C üstünde olduğu yılı tahmin etmek için bunu kullan.

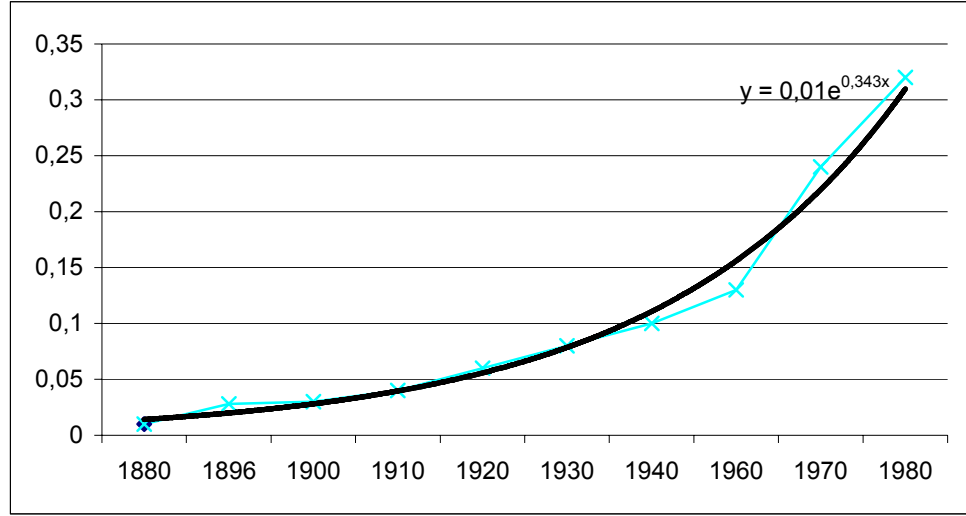
Bu sorunun çözümü aşağıdaki gibidir:

Soru 1: Sera Etkisi

Bu problem için değişkenler:

1860 değerinin üstünde dünyanın ısı artışı T ve
yıl, n.

Sadece düşünerek yıl ve ısı artışı arasındaki ilişkiyi oluşturacak basit bir yol yoktur. Burada birçok çözülmesi güç süreçler atmosferde oluşur ve yakıt fosillerinin yanmasının atmosfer üzerindeki etkisi birçok fiziksel kanunu ve kimyasal reaksiyonları içerir.



Sıcaklık artışına yıl grafiği üstel fonksiyon şeklindedir. Bu verilerle elde edilen üstel fonksiyon ;

$y = 10^{0,013x} \cdot 10^{-26,18}$ dir. Mesela $x = 1930$ için

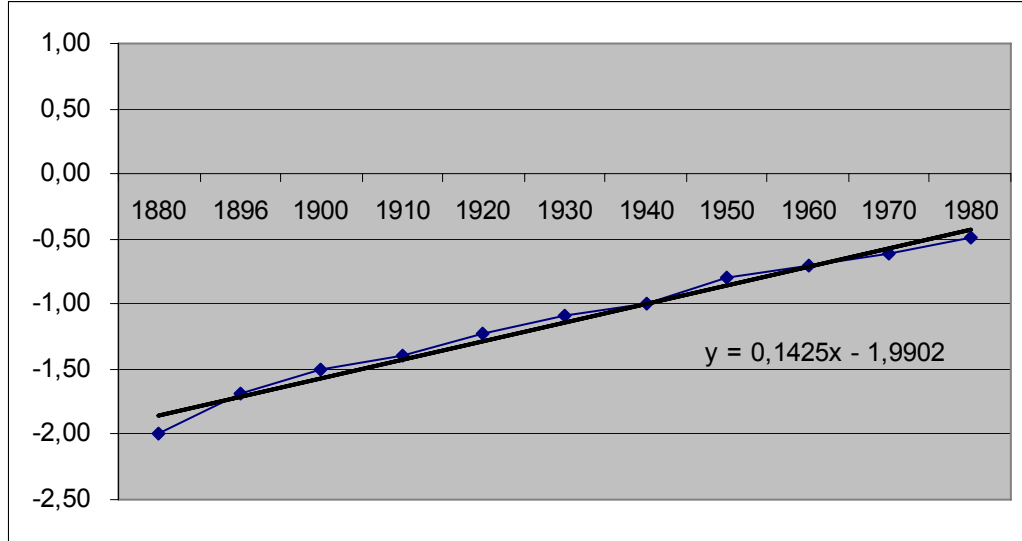
$$y = 10^{0,013 \cdot 1930 - 26,18}, y = 10^{25,09 - 26,18}, y = 10^{-1,09}$$

$y = 0,08$ olur. Tablodan 1930 a karşılık gelen değer 0,08 dir.

Üstel fonksiyonu bulmak kolay olmayabilir. O nedenle ısı artışı T değerlerinin logaritmasını alarak $\log T$ ye yıl (n) grafiğini çizelim.

Yıl	1860'daki ısınn üstünde dünyadaki ısı artışı	log
1880	0.01	-2
1896	0.02	-1.69
1900	0.03	-1.5
1910	0.04	-1.39
1920	0.06	-1.22
1930	0.08	-1.09
1940	0.10	-1
1950	0.13	-0.8
1960	0.18	-0.7
1970	0.24	-0.61
1980	0.32	-0.49

T ye n grafiği lineer değildir. Lineer yapmak için logaritmayı kullanacağız.



1920 yılındaki ısı artışı: 0,06 ve $\log 0,06 = -1,22$ dir.

1930 yılındaki ısı artışı: 0,08 ve $\log 0,08 = -1,09$ dur.

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{-1,09 + 1,22}{1930 - 1920} = \frac{0,13}{10} = 0,013 \text{ tür.}$$

$y_2 - y_1 = m(x_2 - x_1)$ dir. $\log y - (-1,22) = 0,013(x - 1920)$ dir. Buradan

$\log y = 0,013x - 26,18$ denklemini elde edilir.

$\log 7 = 0,845$ için x i bulalım:

$$\log 7 = 0,845 = 0,013x - 26,18$$

$$27.025 = 0,013x, \quad 2078 = x \text{ elde edilir.}$$

7 °C lik artış 2078 yılına denk gelir. Yaklaşık 80 yıllık zamanda U.K. sular altında kalacak.

Ön matematiksel modelleme beceri testinin 2. sorusu teorik modellemeye uygun olarak Berry ve Houston (1995) dan alınmıştır. Deneysel modellemeden daha çok teoriye dayanan bir modelleme çeşididir. Burada öğretmen adayları kendileri bir formül oluşturarak model elde etmeye çalışacaklardır.

2. soru trafik lambaları ile ilgili bir sorudur. Sorunun çözümü için öğretmen adaylarına dört ders saati süre verilmiştir. Öğretmen adaylarına isterlerse 3 saat içinde sınıf dışına çıkıp okula yakın trafik lambalarına gidip gözlem yapabilecekleri ve süre bitiminde sorunun yanıtını verebilecekleri söylenmiştir. Bu süreçte önce 16 öğretmen adayı ikişerli gruplar halinde dışarıya çıkmışlardır. Geriye kalan 5 öğretmen adayı yaklaşık 20 dakika soruyu çözmeye çalışmış daha sonra da arkadaşları gibi gözlem yapmaya gitmişlerdir. Yaklaşık 1 saat sonra öğretmen adaylarının hepsi gruplar halinde sınıfa dönerek soruyu çözmeye devam etmişlerdir.

Ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan 2. soru:

Trafiğin yoğun olmadığı caddelerde, arabalar arasındaki mesafeyi belirleyerek caddeyi geçebilirsiniz. Daha yoğun caddelerde, caddeyi geçebilmeniz için size pelikan ya da zebra geçişi önerilir.

Yayanın caddeyi geçmesi, caddenin kalabalıklığına ve yaya trafiğine bağlıdır. Dolayısıyla bazı caddelere trafik lambası yerleştirilir. Bunun yanında diğer faktörler de, örneğin hastane ya da okul yanlarında trafik lambasının var olması trafiğin niceliğine değil de yaya trafiğinin tarzına bağlıdır.

Tek yönlü yolda, caddenin genişliği, yayaların hızı ve trafik arasındaki mesafeyi düşünerek, bir cadde üzerinde trafik lambası yerleştirilip yerleştirilemeyeceği konusunda bir matematiksel model oluşturunuz.

Ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan 2. sorunun çözümü aşağıdaki gibidir:

Soru 2: Trafik Lambası

Burada yerel komisyonun kararını etkileyecek bir çok faktör vardır. Başlangıç olarak trafik lambası fikri caddenin kalabalıklığına ve yaya trafiğine bağlı olmalıdır. Bunun yanında matematiksel olarak ifade etmek daha zor olan diğer faktörler de vardır. (Bunlar belki de karar üzerinde etkisi olabilecek daha önemli faktörlerdir. Mesela cadde hastane ya da okula yakın ise, trafik lambasının kurulmasında verilecek karar trafiğin niceliğine bağlı olmayabilir, fakat yaya trafiğinin tarzına bağlı olabilir.

Basit bir matematiksel model için aşağıdaki varsayımları ve basitleştirmeleri düşünelim.

Cadde tek yönlü ve yayanın geçişi için engel yok.

Trafiğin hızı sabit ve cadde hız limitine eşit

Trafiğin yoğunluğu sabit

Yayaların caddeyi geçiş hızı sabit

Matematiksel modeli formüle etmek için fiziksel nitelikleri gösteren sembollere ihtiyaç duyarız. Aşağıdaki tablo bu bilgileri gösterir.

Fiziksel nicelikler	Semboller	Birimler
Caddenin genişliği	w	m
Yayaların hızı	v	$\frac{m}{sn}$
Trafik akışı arasındaki süre	T	sn

Yayanın caddeyi geçiş süresi $\frac{w}{v}$ ve iki araç arasındaki zaman T olsun. Basit bir kelime modeli:

Caddeyi geçiş süresi, araçlar arasındaki süreden küçük ise yaya rahat bir şekilde caddeyi geçebilir. Sembollerle

$$\frac{w}{v} < T$$

şeklinde ifade edebiliriz.

Yerel komisyona tavsiye:

Eğer araçlar arasındaki süre, yayanın caddeyi geçiş süresinden büyük ise trafik lambası yerleştir.

Eğer $\frac{w}{v} > T$ ise trafik lambası yerleştir.

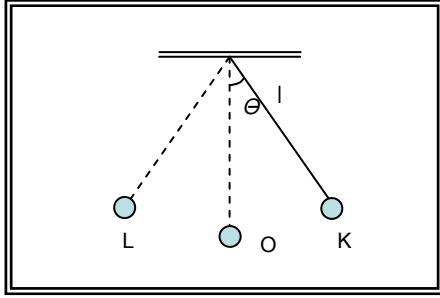
Verilere göre kabul edelim ki caddenin hız limiti 13,3 m /sn olsun ve anayol kanununa göre önerilen araçlar arasındaki uzaklık mesafesi 23m olsun. Bu değerlere göre araçlar arasındaki süre $\frac{23}{13,3} = 1,73$ sn olur.

Yayalar için düşünecek olursak onların hızı 1,77 m/sn ve caddenin genişliği 3m dir. $\frac{w}{v}$ değeri $\frac{3}{1,77} = 1,69$ sn olur.

Bu verilere göre $1,69 < 1,77$ yani $\frac{w}{v} < T$ olduğundan komisyona, buraya trafik lambası yerleştirmemesi önerilir.

Ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan 3. soru boyutsal analiz modellemeye uygun olarak Berry ve Houston'ın (1995) kitabından alınmıştır. Bu matematiksel modelleme çeşidinde genellikle fen bilimlerinde yer alan formüllerin boyutsal analiz modelleme ile bulunması istenmektedir. 3. soru öğretmen adaylarının fizik bilgisine dayanarak sorulmuştur. Öğretmen adaylarının fizik konularını en son 2 yıl önce gördükleri düşünülerek hazırlanmıştır.

Ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan 3. soru aşağıdaki gibidir:



Ağırlığı ihmal edilen l uzunluğunda bir ipin ucuna m kütleli bir cisim bağlanıp O denge konumundan θ açısı kadar çekilip bırakıldığında cisim, K ve L noktaları arasında basit harmonik hareket yapılır. Elde edilen cisme basit sarkaç denir. (G , ağırlığı, $G=mg$, G_x , cismi yörüngede hareket ettiren geri çağırıcı kuvvet, $F=mw^2x$, $w=2\pi/T$) m , l , θ ve yerçekimi ivmesi g yi kullanarak, basit sarkacın periyodu (T) formülünü bul. (F =merkezcil kuvvet, w = açısal hız)

Bu sorunun çözümü aşağıdaki gibidir:

Soru 3: Basit Sarkaç

Bu problemi çözerken ilk adım olarak özellikler listesini yazarız ve bu önemli özelliklerden bir formül elde etmeye çalışırız.

Problemde kullanacağımız özellikler:

Fiziksel nicelikler	Sembol	Boyutlar
Salınımı tamamlama zamanı	t	T
Sarkacın uzunluğu	l	L
Cismin kütlesi	m	M
İvme	g	LT^{-2}
Açı	θ	1

Matematiksel modeli

$t = f(l, m, g, \theta)$ formunda oluşturalım:

Bu tarzda herhangi bir ilişki boyutsal tutarlı olmalıdır, böylece eşitliğin her iki tarafındaki boyut T olmalıdır. Kuvvet kuralı varsayımı ile başlayalım:

$t = k l^{\alpha} m^{\beta} g^{\gamma} \theta^{\delta}$ olsun. Burada $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ değerleri bulunacak ve k boyutsuz sabit olarak kabul edilir.

$$[t] = [k l^{\alpha} m^{\beta} g^{\gamma} \theta^{\delta}]$$

M, L ve T terimleriyle

$T = [k] L^{\alpha} M^{\beta} (LT^{-2})^{\gamma} [\theta]^{\delta}$ elde edilir. (Burada k yı varsayımdan boyutsuz olarak aldığımızdan $[k]=1$ ve açılar boyutsuz olduğundan $[\theta]=1$ dir.) Dolayısıyla

$$T = L^{\alpha+\gamma} M^{\beta} T^{-2\gamma} \text{ olur.}$$

Kuvvetlerin eşitliğinden;

$$L: \alpha + \gamma = 0$$

$$M: \beta = 0$$

$$T: -2\gamma = 1 \text{ olur.}$$

α, β, γ y1 $\gamma = -\frac{1}{2}$, $\alpha = -\gamma = \frac{1}{2}$ ve $\beta = 0$ olarak buluruz. Buradan;

$$t = k l^{\frac{1}{2}} g^{-\frac{1}{2}} \theta^{\delta} = k \sqrt{\frac{l}{g}} \theta^{\delta} \text{ sonucuna ulaşırız.}$$

Bu metod bize δ ile θ nın ilişkisiyle ilgili bir şey vermiyor. k ve θ , boyutsuz nicelikler olduğundan $k\theta^{\delta}$ y1 $k(\theta)$ gibi boyutsuz fonksiyona yerleştirebiliriz.

$$t = k(\theta) \sqrt{\frac{l}{g}} \text{ olur.}$$

Boyutsuz yaklaşım bize bu modeli verir. Bir sonraki aşama bu modeli uygun deneysel verilerle doğrulamaktır. Gerçekte 10° den küçük θ açıları için periyot yaklaşık olarak

$k(\theta) = 2\pi$ sabitidir. θ arttığında model işe yaramaz:

$$t = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \text{ olur.}$$

İki önemli sonuç:

- ✓ Periyot m kütlesinden bağımsızdır.
- ✓ $\sqrt{\frac{l}{g}}$ niceliği problemde önemli bir ölçektir.

Bu modelleme yaklaşımı, değişkenlerin birbirleri ile nasıl ilişkili olduğunu görmemize yardımcı olur ve sistemin incelenmesi için uygun tecrübeler önerir.

3.3.1.2. Son Matematiksel Modelleme Beceri Testi

Ders sonrasında öğretmen adaylarına 3 soruluk son matematiksel modelleme beceri testi uygulanmıştır. Son matematiksel modelleme beceri testinde deneysel modelleme, teorik modelleme ve boyutsal analiz modelleme ile ilgili sorular yer almıştır. Son matematiksel modelleme beceri testi soruları uzman tarafından incelenerek, uzman kanısı alınarak geçerliliği test edilmiştir. Ön matematiksel modelleme beceri testi iki ayrı uzman tarafından değerlendirme yapılmıştır. Öğretmen adaylarından aldıkları toplam puanlar arasında pearson korelasyon katsayısı (moment-çarpım korelasyon katsayısı) 0,99 olarak bulunmuştur. Parametreler arasındaki ilişki 0.01 düzeyinde anlamlı olduğu gözlenmiştir. Son matematiksel modelleme beceri testinin güvenilirliği test edilmiştir.

Son matematiksel modelleme beceri testinin ilk sorusu boyutsal analiz modellemeye uygun olarak Berry ve Houston (1995) dan alınmıştır. Öğretmen

adaylarına uygulama süresince boyutsal analiz modelleme ile ilgili örnekler yapılmıştır. Son matematiksel modelleme beceri testinde yer alan 1. soru şöyledir:

Çok uzun yatay bir boru boyunca, suyun durgun akışı için aşağıdaki özellikler önemlidir.

Tablo: Suyun Durgun Akışı İle İlgili Nicelikler, Sembol ve Boyutlar (Berry ve Houston, 1995: 124)

Fiziksel Nicelikler	Sembol	Boyutlar
<i>Boru boyunca basınç düşmesi</i>	P	$ML^{-1}T^{-2}$
<i>Suyun akışkanlığı</i>	μ	$ML^{-1}T^{-1}$
<i>Borunun çapı</i>	d	L
<i>Bir boruda belli bir sürede akan suyun hacmi (Akış hacim oranı)</i>	φ	L^3T^{-1}

Boyutsal modellemeyi kullanarak, boru boyunca basınç düşmesi için bir model formüle ediniz.

Bu sorunun çözümü aşağıdaki gibidir:

Soru 1: Boru İçindeki Suyun Durgun Akışı

$$p = ?$$

Soruda verilen değişkenlerin boyutlarını yazalım:

$$[p] = ML^{-1}T^{-2}$$

$$[\mu] = ML^{-1}T^{-1}$$

$$[d] = L$$

$$[\varphi] = L^3 T^{-1}$$

p yi, verilen değişkenlerin kuvveti biçiminde yazalım:

$$p = k \mu^\alpha d^\beta \varphi^\gamma \text{ olsun.}$$

$$[p] = [k \mu^\alpha d^\beta \varphi^\gamma]$$

$$[p] = [k][\mu]^\alpha [d]^\beta [\varphi]^\gamma$$

$$ML^{-1}T^{-2} = (ML^{-1}T^{-1})^\alpha L^\beta (L^3T^{-1})^\gamma$$

$$ML^{-1}T^{-2} = M^\alpha L^{-\alpha} T^{-\alpha} L^\beta L^{3\gamma} T^{-\gamma}$$

$$ML^{-1}T^{-2} = M^\alpha L^{-\gamma+\beta+3\gamma} T^{-\alpha-\gamma}$$

kuvvetlerin eşitliğinden

$$\alpha = 1 \text{ bulunur.}$$

$$-\alpha - \gamma = -2$$

$$-1 - \gamma = -2$$

$$\gamma = 1 \text{ bulunur.}$$

$$-\alpha + \beta + 3\gamma = -1$$

$$-1 + \beta + 3 = -1$$

$$\beta = -3 \text{ bulunur.}$$

Buradan α, β ve γ değerlerini yerine yazarsak:

$$p = k\mu^1 d^{-3} \varphi^1 = k \frac{\mu q}{d^3} \text{ bulunur.}$$

Son matematiksel modelleme beceri testinin 2. sorusu deneysel modellemeye uygun olarak Berry ve Houston (1995) dan alınmıştır. Uygulama süresince öğretmen adaylarına deneysel modellemeye uygun örnekler yaptırılmıştır.

2. soru aşağıdaki gibidir:

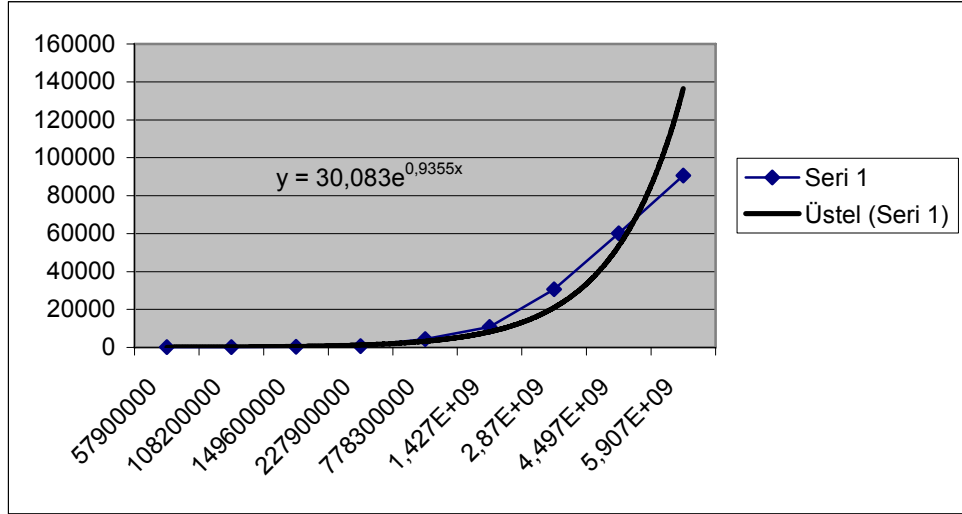
Aşağıdaki tablo her gezegenin güneşe olan uzaklığını ve güneş etrafında bir kere dönüş zamanını gösteriyor.

Tablo: Gezegenlerin Güneşten Uzaklıkları ve Yörüngedeki Tam Bir Dolanım Süreleri (Berry ve Houston, 1995: 6)

Gezegen	Güneşten Uzaklık $R(10^6)(km)$	Güneş etrafında yörüngedeki tam bir dolanım süreleri, $T(gün)$
<i>Merkür</i>	57,9	88
<i>Venüs</i>	108,2	225
<i>Dünya</i>	149,6	365
<i>Mars</i>	227,9	687
<i>Jüpiter</i>	778,3	4329
<i>Satürn</i>	1427	10753
<i>Uranüs</i>	2870	30660
<i>Neptün</i>	4497	60150
<i>Plüton</i>	5907	90670

Bu Kepler'in Üçüncü Yasası diye adlandırılır ve 1619 da yayınlanmıştır. Bu veriyi kullanarak, uzaklık ve periyot arasındaki ilişki için bir matematiksel model bulunuz.

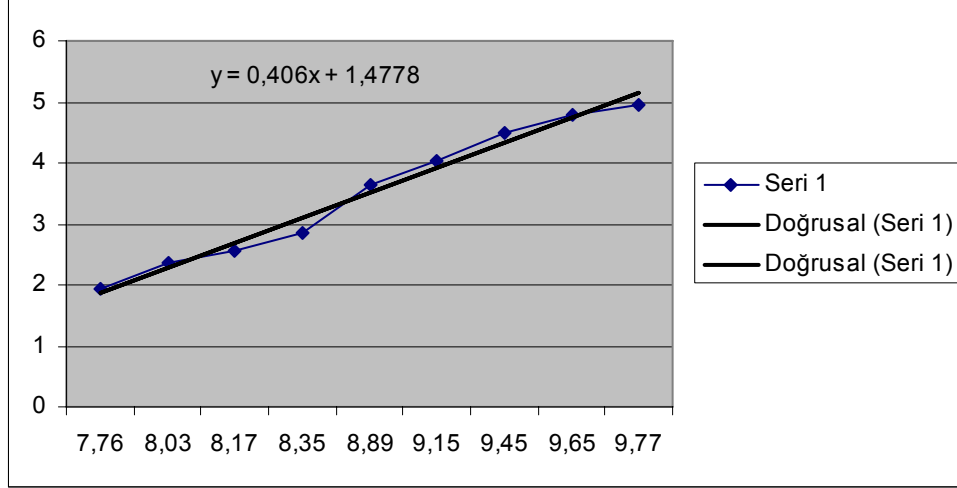
Son matematiksel modelleme beceri testinin 2. sorusunun çözümü aşağıdaki gibidir: Verilere göre T ye X grafiği aşağıdaki gibidir.



Bu grafikten matematiksel model oluşturamayız. Her iki değişkenin de logaritmasını alarak grafiğini oluşturalım.

Gezgen	Log x Güneşten uzaklık $R(10^6)(\text{km})$	Log y Güneş etrafında yörüngedeki tam bir dolanım süreleri $T (\text{gün})$
Merkür	7,76	1,94
Venüs	8,03	2,35
Dünya	8,17	2,56
Mars	8,35	2,84
Jüpiter	8,89	3,64
Satürn	9,15	4,03
Uranüs	9,45	4,48
Neptün	9,65	4,78
Plüton	9,77	4,95

Bu verilere göre log T ye log x grafiği aşağıdaki gibidir:



Doğru denklemi elde edebilmek için önce eğimi bulmalıyız:

$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$ değerinden bulunur.

$$y_1 = 1,94 \quad , \quad y_2 = 2,35$$

$x_1 = 7,76 \quad , \quad x_2 = 8,03$ değerlerini kullanarak,

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{2,35 - 1,94}{8,03 - 7,76} = \frac{0,41}{0,27} \approx 1,5$$

ya da

$$y_1 = 3,64 \quad , \quad y_2 = 4,03$$

$x_1 = 8,89 \quad , \quad x_2 = 9,15$ değerlerini kullanarak

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{4,03 - 3,64}{9,15 - 8,89} = \frac{0,39}{0,26} \approx 1,5 \text{ elde edilir.}$$

Buradan doğru denklemini elde edelim:

$$\log y = m \cdot \log x + c$$

$$1,94 = \frac{3}{2} \cdot 7,76 + c$$

$$1,94 = 11,64 + c$$

$c = -9,7$ olarak bulunur.

$$\log y = m \cdot \log x + c$$

$$\log y = \frac{3}{2} \log x + c$$

$\log y = \log x^{\frac{3}{2}} + c$ eşiliğinde her iki tarafı 10 un üssü olacak şekilde yazalım:

$$10^{\log y} = 10^{\log x^{\frac{3}{2}} + c} \quad (c=-9,7 \text{ değerini yerine yazalım.})$$

$$10^{\log y} = 10^{\log x^{\frac{3}{2}} - 9,7}$$

$$y = x^{\frac{3}{2}} \cdot 10^{-9,7}$$

$$y = x^{\frac{3}{2}} \cdot 1,9 \cdot 10^{-10}$$

$y \approx x^{\frac{3}{2}} 2 \cdot 10^{-10}$ olarak bulunur.

$$y = k \cdot x^{\frac{3}{2}} \quad (k=2 \cdot 10^{-10})$$

$$y^2 = k^2 x^3 \quad (k^2 = C = 4 \cdot 10^{-20} \text{ dir.})$$

$y^2 = Cx^3$ olarak bulunur.

Son matematiksel modelleme beceri testinin 3. sorusu teorik modellemeye uygun olarak Berry ve Houston (1995) dan alınmıştır. Uygulama süresince öğretmen adaylarına teorik modellemeye uygun örnekler yaptırılmıştır. Özellikle nüfus ile ilgili olarak proje hazırlamaları istenmiştir. Teorik modellemeyi anlayıp anlamadıklarına ilişkin olarak hazırlanan 3. soru aşağıdaki gibidir:

Hindistan'ın nüfusunun 1974'te 574220000 ve 1984'te 746388000 olduğu tahmin ediliyor. Göreceli büyüme oranının sabit kaldığı ve büyümenin sürekli olduğu kabul ediliyor. Buna göre:

- a) *1994'teki nüfusu tahmin ediniz.*
- b) *Ne zaman nüfus 1,5 milyara ulaşır, bulunuz.*

Bu sorunun çözümü aşağıdaki gibidir:

Soru 3: Hindistan'daki Nüfus Büyümesi

a) $P(t) = P(0).e^{\alpha t}$ ($\alpha > 0$, çünkü nüfus artıyor.)

1974 yılını 0. yıl ve 1984 yılını 10. yıl olarak kabul edersek:

$$P(0) = 574220000 \quad \text{ve} \quad P(10) = 746388000 \text{ dir.}$$

Buradan

$$P(t) = 574220000.e^{\alpha t} \text{ yazılır.}$$

$$P(10) = 574220000.e^{10\alpha} = 746388000 \text{ eşitliğinden}$$

$$e^{10\alpha} = \frac{746388000}{574220000} \approx 1,3 \text{ bulunur.}$$

Her iki tarafın ln nini alırsak:

$$\ln e^{10\alpha} = \ln 1,3$$

$$10\alpha = \ln 1,3$$

$$\alpha = \frac{\ln 1,3}{10} \text{ bulunur.}$$

1994 yılı 20. yıldır. Böylece

$$\begin{aligned} P(20) &= 574220000 \cdot e^{20\alpha} = 574220000 \cdot e^{2 \cdot 10\alpha} = 574220000 \cdot e^{2 \ln 1,3} \text{ bulunur.} \\ &= 574220000 \cdot (1,3)^2 \approx 970432000 \end{aligned}$$

$$\text{b) } P(t) = 1500000000 = 574220000 \cdot e^{\alpha t}$$

$$e^{\alpha t} = \frac{1500000000}{574220000} \approx 2,61 \text{ bulunur.}$$

Her iki tarafın ln nini alırsak; $\ln e^{\alpha t} = \ln 2,61$

$$\alpha t = \ln 2,61$$

$$t = \frac{\ln 2,61}{\alpha} = \frac{\ln 2,61}{\frac{\ln 1,3}{10}} = 10 \cdot \frac{\ln 2,61}{\ln 1,3} = 10 \cdot \frac{0,95}{0,26} = 10 \cdot 3,66 = 36,6 \text{ yıl.}$$

Böylece sonuç olarak 0. yılı 1974 kabul ettiğimizden $1974 + 36,6 = 2010,6 \approx 2011$ yıl olarak bulunur.

Colletti (1987) nin ifade ettiği gibi burada öğretmen adaylarının yazılı olarak çözdükleri problemi değerlendirmek kullanılan metotlardan biri analitik dereceli puanlamadır. Problem çözmenin her aşamasında puanlama yapılmaktadır. Analitik ölçeğin geliştirilmesinde ilk adım problem çözme sürecindeki tüm aşamaları

belirlemektir. İkinci adım ise her aşama için uygun puanlama yapmaktır. Puanlama 0-2 arasında yapılmaktadır.

Bu çalışmada modelleme süreçleri dikkate alınarak, ön matematiksel modelleme beceri testi ve son matematiksel modelleme beceri testi için analitik dereceli puanlama anahtarı (analytic scoring scale) hazırlanmıştır. Bununla ilgili gerekli açıklama aşağıda verilmektedir.

ANALİTİK DERECELİ PUANLAMA ANAHTARI

- | | |
|-----------------------|---|
| 1) Problemi anlama | 0: Problemi tamamen anlamadıysa |
| | 1: Problemin bir kısmını anlamış ya da yanlış yorumlamışsa |
| | 2: Problemin tamamını anlamış ise. |
| 2) Değişkenleri seçme | 0: Uygun değişkenleri seçememiş ise |
| | 1: Değişkenleri eksik belirlemiş ise |
| | 2: Değişkenlerin tamamını belirlemiş ise |
| 3) Modeli kurma | 0: Modeli hiç oluşturamamış ise |
| | 1: Modeli eksik oluşturmuş ise |
| | 2: Modeli oluşturmuş ise. Bu bir grafik, bir formül ya da bir denklem olabilir. |

4) Matematiksel problemi

- çözme:
- 0: Çözüm bulamış ise ya da doğru olmayan bir modeli çözmüş ise
 - 1: Çözüm esnasında işlem hatası yapmış ise ya da problemin bir kısmının doğru çözümüne ulaşmış ise
 - 2: Doğru çözümü bulmuş ise

5) Çözümü gerçek

- hayata yorumlama
- 0: Çözümü tamamen yanlış yorumlamış ise ya da hiçbir yorum yapamamış ise
 - 1: Çözümü yorumlarken bir kısmında yanlış ifade kullanmış ise
 - 2: Çözümü gerçek hayata uygun şekilde yorumlamış ise

3.3.1.3. Ön Matematiksel Modelleme Görüş Anketi

Ön matematiksel modelleme beceri testi sonrasında öğretmen adaylarına 10 soruluk bir ön matematiksel modelleme görüş anketi uygulanmıştır. Öğretmen adaylarına ön matematiksel modelleme görüş anketinden önce matematiksel modelleme beceri testinin sorulması nedeni, matematiksel modelleme görüş anketinde yer alan ‘gerçek hayat problemi’ ve ‘matematiksel modelleme’ ifadelerinden etkilenmemelerini sağlamaktır. Matematiksel modelleme görüş anketi soruları hazırlandıktan sonra uzman tarafından incelenerek, uzman görüşünden yararlanılarak geçerliliği test edilmiştir. Öğretmen adaylarından açık uçlu soruları samimi bir şekilde yanıtlamaları istenmiştir.

Ön matematiksel modelleme görüş anketi soruları aşağıdaki gibi yer almaktadır:

1. “Matematiksel modelleme” ifadesinden ne anlıyorsunuz? Örneklerle açıklayınız. Bu ifadeyi daha önce duydunuz mu? Açıklayınız.
2. Daha önce matematiksel bilgi ve becerileri kullanarak bir gerçek hayat problemi çözdünüz mü ve bu çözüm işinize yaradı mı?
3. Üniversite öncesi aldığınız eğitimin gerçek hayat problemlerinin çözümünde faydasının olup olmadığını açıklayınız.
4. Üniversite süresince aldığınız eğitimin gerçek hayat problemlerinin çözümünde faydasının olup olmadığını açıklayınız.
5. Matematik öğretim programında gerçek hayat problemlerine yer verilmesi hakkında ne düşünüyorsunuz? Açıklayınız.
6. Siz öğretmenlik yaparken gerçek hayat problemlerine derslerinizde ne kadar yer vermeyi düşünüyorsunuz?
7. Uygulamalı matematik dersini seçmenizin nedeni nedir?
8. Kendinizi, aşağıdaki konu ve beceriler hakkında kutucukları karalayarak değerlendiriniz.

	Çok iyi					Zayıf	
İntegral	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Türev	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Logaritma	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Dif. Denkl.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Üstel fonk.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Bilgisayar Kullanabilme B.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

9. Size gerçek hayatla ilgili veriler verildiğinde ve bu verileri kullanarak bir problemin çözümü istendiğinde nasıl bir yol izlersiniz?
10. Gelecekte gerçek hayatla ilgili bir durumu tahmin etmeniz istense neler yaparsınız?

3.3.1.4. Son Matematiksel Modelleme Görüş Anketi

Uygulama sonunda, ön matematiksel modelleme görüş anketinde yer alan açık uçlu sorulara paralel 8 soruluk ikinci bir ön matematiksel modelleme görüş anketi yapılmıştır. Ön matematiksel modelleme görüş anketi soruları hazırlandıktan sonra uzman tarafından incelenerek uzman görüşünden yararlanılarak geçerliliği test edilmiştir. Öğretmen adaylarından açık uçlu soruları samimi bir şekilde yanıtlamaları istenmiştir.

Son ön matematiksel modelleme görüş anketi soruları aşağıdaki gibi yer almaktadır:

1. “Matematiksel modelleme” ifadesinden ne anladığınızı açıklayınız?
“Matematiksel modelleme” ile ilgili örnekler veriniz.
2. “Matematiksel modelleme” ifadesini bu dersten önce duymuş muydunuz? Eğer duymuşsanız nerede duyduğunuzu açıklayınız.
3. Üniversite süresince aldığınız eğitimin matematiksel modelleme ile ilgili bilgi ve becerinize faydasının olup olmadığını açıklayınız. Eğer üniversitede aldığınız eğitimin faydası olmuşsa hangi ders/dersler olduğunu nedenleri ile birlikte açıklayınız.
4. Ortaöğretim Matematik Öğretim Programında, matematiksel modellemeye yer verilmesi hakkındaki düşüncelerinizi nedenleri ile birlikte açıklayınız.
5. Siz öğretmenlik yaparken matematiksel modellemeyi derslerinizde ne kadar yer vermeyi düşündüğünüzü nedenleri ile birlikte açıklayınız.
6. Size matematiksel modelleme ile ilgili veriler verildiğinde bu verileri kullanarak bir problemin çözümü istendiğinde nasıl bir yol izlersiniz?
7. Gelecekteki bir durumu tahmin etmeniz istense neler yaparsınız?
8. Üniversitede matematiksel modelleme üzerine bir dersin verilmesi hakkındaki düşüncelerinizi açıklayınız.

3.3.1.5 Görüşmeler

21 öğretmen adayı arasından seçilen 5 öğretmen adayı ile görüşme yapılmıştır. 5 öğretmen adayı ile yapılan ön görüşmelerde ön matematiksel modelleme görüş anketinde yer alan sorular ve ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan sorular sorulmuştur.

Son yapılan matematiksel modelleme görüş anketi sonrasında, araştırmanın başında görüşme yapılan aynı 5 öğretmen adayı ile görüşme yapılmıştır. Öğretmen adayları ile yapılan son görüşmelerde öğretmen adaylarına, son matematiksel modelleme görüş anketinde yer alan sorular sorulmuştur ve son matematiksel modelleme beceri testinde yer alan sorularla ilgili görüşleri alınmıştır.

Görüşme kılavuzundaki sorular açık uçlu olarak hazırlanmıştır. Böylelikle görüşülen bireyin konu hakkında daha ayrıntılı yanıtlar vermesi amaçlanmıştır. Sorulan sorular sorgulayıcı bir tutumla değil, bilgi vermeye davet edici bir konuşma tarzında sorulmaya çalışılmıştır. Görüşme bireylerle sohbet tarzında gerçekleştirilmiş böylelikle görüşülen bireylerin daha rahat yanıt vermeleri hedeflenmiştir.

Görüşmeler 45-60 dakika sürmüştür. Görüşme üniversite kütüphanesinde öğretim üyeleri için ayrılan özel çalışma odalarında gerçekleştirilmiştir. Görüşme esnasında öğretmen adaylarından gerekli izin alınarak ses kayıt cihazı kullanılmıştır ve kasetler deşifre edilmiştir.

Deşifre edilen metinler öğretmen adaylarına gösterilerek onayları alınmıştır.

3.3.2 Uygulama

2005 bahar dönemi Seçmeli Derste (MAT 318) öğretmen adaylarına matematiksel modelleme ile ilgili bilgi verilmiştir. Öğretmen adaylarına matematiksel modelleme süreci, matematiksel modelleme aşamaları, matematiksel modelleme çeşitleri anlatılmıştır. Seçmeli ders süresince bilgisayar ve projeksiyon makinesinden yararlanılmıştır. Öğretmen adaylarına matematiksel modelleme çeşitleri ile ilgili örnekler yapılmış ve onlara yaptırılmıştır.

2005 bahar dönemi Seçmeli Ders (MAT 318) ders planı aşağıdaki gibidir:

7 Şubat 2005 : Derslerin başlangıcı

10 Şubat 2005: İlk ders: Öğretmen adaylarına bu dersin, doktora tezi için bir uygulama dersi olduğu anlatıldı. Gelecek dersten itibaren uygulamaya başlanacağı ifade edildi.

15 Şubat 2005: Öğretmen adaylarına ön matematiksel modelleme görüş anketi uygulandı.

17 Şubat 2005: Ön matematiksel modelleme beceri testinin ilk sorusu, ‘Sera Etkisi’ uygulandı.

22 Şubat 2005: Ön matematiksel modelleme beceri testinin ikinci sorusu, ‘Trafik Lambası’ uygulandı.

3 Mart 2005: Ön matematiksel modelleme beceri testinin üçüncü sorusu, ‘Basit Sarkaç’ uygulandı.

3 – 8 Mart 2005: Beş öğretmen adayı ile görüşmeler yapıldı.

8 Mart 2005: Ön matematiksel modelleme beceri testinin ilk sorusunun çözüm yolu öğretmen adaylarına anlatıldı. Bu yöntemle tekrardan öğretmen adaylarına yaptırıldı. Deneysel Modelleme ile ilgili bilgi verildi.

10 Mart 2005: Deneysel modelleme ile ilgili ‘1 mil yarışları’ sorusu yaptırıldı.

15 Mart 2005: Ön matematiksel modelleme beceri testinin ikinci sorusunun çözümü öğretmen adaylarına gösterildi. Teorik modelleme ile ilgili bilgi verildi.

17 Mart 2005: Teorik modelleme ile ilgili ‘Kremalı Pasta’ sorusu öğretmen adaylarına yaptırıldı.

22 Mart 2005: Populasyon modelleme ile ilgili bilgi verildi.

24 Mart 2005: Populasyon modelleme ile ilgili ‘Kuş Nüfusu’ sorusu yaptırıldı.

29 Mart 2005: Öğretmen adaylarına populasyon modelleme ile ilgili proje ödevi verildi. (31.03-05.04-07.04-12.04-14.04-19.04-21.04) tarihlerinde ders süreleri içinde kütüphane çalışması yapılarak 21. 04. 2005 te projeler teslim alındı.

26 Nisan 2005: Boyutsal analiz modelleme hakkında bilgi verildi. Ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan boyutsal analiz modelleme ile ilgili olan ‘Basit Sarkaç’ problemi tekrar bu yöntemle çözdürüldü.

28 Nisan 2005: Boyutsal modelleme ile ilgili ‘Basınç Düşmesi’ sorusu uygulandı.

3 Mayıs 2005: Son matematiksel modelleme beceri testinin ilk sorusu uygulandı (Boru içindeki suyun durgun akışı-Boyutsal analiz modelleme).

5 Mayıs 2005: Son matematiksel modelleme beceri testinin ikinci sorusu uygulandı (Kepler’in üçüncü yasası-deneysel modelleme ile ilgili bir soru).

10 Mayıs 2005: Son matematiksel modelleme beceri testinin üçüncü sorusu uygulandı (Hindistan’daki nüfus artışı-teorik modelleme ile ilgili bir soru).

12 Mayıs 2005: Öğretmen adaylarına son matematiksel modelleme görüş anketi uygulandı.

12-15 Mayıs 2005: 5 öğretmen adayı ile görüşmeler yapıldı.

Ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan ilk soru ‘Sera Etkisi’ uygulanırken öğretmen adaylarına soru kağıtları dağıtılmıştır. Sorunun çözümü için gerekli hesap makineleri ve milimetrik kağıtlar öğretmen adaylarının görebileceği şekilde masanın üzerine yerleştirilmiştir. İstendiği taktirde kendilerine verileceği söylenmiştir.

Öğretmen adayları kendi başlarına, sınıf ortamında soruyu çözmeye çalışmışlardır. Öğretmen adaylarının geneli milimetrik kağıtları alarak grafik çizmeye çalışmışlardır. Ders sonunda öğretmen adaylarının çözümleri alınmıştır.

Ön matematiksel modelleme beceri testinin ikinci sorusu ‘Trafik Lambası’ uygulanırken, ilk olarak öğretmen adaylarına soru kağıtları dağıtılmıştır. Öğretmen adaylarına isterlerse sınıf ortamı dışına çıkıp gözlem yapıp gelmeleri söylenmiştir. Öğretmen adayları ikiyeşerli gruplar halinde dışarıya çıkıp gözlem yapmışlardır.

Bazı öğretmen adayları kağıt üzerinde işlemler yapmaya çalışmış daha sonra dışarıya çıkmaya karar vermişlerdir. Öğretmen adayları ders süresi bitmeden sınıfa dönüp, elde ettikleri gözleme göre, kendi başlarına çözümlerini sınıfta yapıp, sorunun çözümünü teslim etmişlerdir.

Ön matematiksel modelleme beceri testinin üçüncü sorusu ‘Basit Sarkaç’ uygulanırken, öğretmen adaylarına soru kağıtları dağıtılmıştır. Öğretmen adaylarının bu soruyu çözerken daha rahat oldukları gözlenmiştir. Öğretmen adaylarının çoğunluğu kısa zamanda sorunun çözümüne ulaşarak, çözümü teslim etmişlerdir.

Son matematiksel modelleme beceri testinin ilk sorusu ‘Boru içindeki suyun durgun akışı’ uygulanırken, öğretmen adaylarına soru kağıtları dağıtılmıştır. Öğretmen adaylarının, son matematiksel modelleme beceri testinde, matematiksel modelleme hakkında bilgi sahibi olduktan sonra, ön matematiksel modelleme beceri testine göre çok daha rahat oldukları gözlenmiştir.

Öğretmen adaylarının sınıfta soruları çözme süreleri ön matematiksel modelleme beceri testine göre daha az süre almıştır. Öğretmenler adayları bireysel olarak çözdükleri sorunun çözümünü ders sonunda teslim etmişlerdir.

Son matematiksel modelleme beceri testinin ikinci sorusu ‘Kepler’in üçüncü yasası’ uygulanırken, öğretmen adaylarına soru kağıtları dağıtılmıştır. Sorunun çözümü için gerekli hesap makineleri ve milimetrik kağıtlar öğretmen adaylarının görebileceği şekilde masanın üzerine konmuştur.

Sorunun çözümü başlandığında sadece bir öğretmen adayı milimetrik kağıt istemiştir ve grafik çizmeye başlamıştır. Yaklaşık 15-20 dakika sonra üç öğretmen adayı daha milimetrik kağıt istemişlerdir ve grafik çizmeye başlamışlardır. Sorunun çözümünün başlangıcından 30-35 dakika sonra milimetrik kağıdı alarak, grafik çizmeye başlayan 12 öğretmen adayı olmuştur. Ancak bu zamana kadar grafiği henüz doğru olarak çizen kimse olmamıştır. Çözüm için gerekli logaritma değerlerini bulan olmamıştır. Yaklaşık 1 saat sonra Schumacher rumuzlu öğretmen adayı grafiği doğru çizmiştir ancak yorumlayamadığı gözlenmiştir.

Legent rumuzlu öğretmen adayı deneysel modelleme ile ilgili olan bu soruyu boyutsal analiz modelleme çeşidine göre çözmeye çalışıyor. Neşe rumuzlu öğretmen adayı veriden $\ln$ değerlerini bulmuş ancak grafik hakkında yorum yapamadığı gözleniyor. Ders süresi bitiminden önce Neşe rumuzlu öğretmen adayı gerekli $\ln$ değerlerini bularak, grafiği çizmiştir. Diğer işlemleri yapmıştır. Öğretmen adayları işlemlerini tamamlayarak ders bitiminde çözümü teslim etmişlerdir.

Son matematiksel modelleme beceri testinin üçüncü sorusu ‘Hindistan’daki nüfus artışı’ uygulanırken, öğretmen adayları kısa sürede çözümü yapıp teslim etmişlerdir.

Öğretmen adaylarına matematiksel modelleme ile ilgili soruların nasıl çözüleceği gösterildikten sonra ön matematiksel modelleme beceri testinde öğretmen adaylarına sorulan sorular öğretmen adaylarına tekrar yaptırılmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarına uzun süreli bir proje yaptırılmıştır.

Uygulama süresince öğretmen adayları serbest bırakılmıştır. Daha çok kız öğretmen adayları ikiyeşerli gruplar halinde çalışmışlardır. Birlikte tartışarak sonuca ulaşmaya çalışmışlardır. Ancak her birine ait ayrı soru ve cevap kağıtları vardır. Erkek öğretmen adayları bireysel olarak çalışmışlardır.

Uygulama süresince ilk olarak, ön matematiksel modelleme beceri testinde öğretmen adaylarına sorulan 1. soru ‘Sera Etkisi’nin çözüm yolu öğretmen adaylarına anlatılmıştır. Deneysel modelleme hakkında bilgi verilmiştir. Öğretmen

adaylarına yeni öğrendikleri yolla tekrar 1. soru yaptırılmıştır. Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme kullanarak sonuca ulaştıkları gözlenmiştir. Ancak ön matematiksel modelleme beceri testinde 1. sorudan tam puan alan öğretmen adayının daha sonra matematiksel modelleme yaparak aynı sonuca ulaşamadığı gözlenmiştir. Hesap makineleri, milimetrik kağıtlar öğretmen adaylarının soruyu çözmelerinde araç olarak kullanılmıştır.

Öğretmen adaylarına daha sonra ‘1 Mil Koşuları’ adı altında deneysel modelleme uygun olarak bir örnek sorulmuştur. 1913 ve 1986 yılları arasında dakika ve saniye olarak 1 mil koşuda dünya rekoru kıran kişilerin isimleri, ülkeleri, zaman ve yeri tablo yapılarak öğrenciye verilmiştir. (Tablo Ek 8 de yer almaktadır.) Bu veriler doğrultusunda öğretmen adaylarından aşağıdakiler istenmiştir:

‘1 milin hangi yıl civarında 3 dakika 40 saniyede koşulacağını tahmin ediniz. 1 milin hangi yıl civarında 3 dakika 30 saniyede koşulacağını tahmin ediniz. ‘1910 yılından itibaren, geçen yıl-1 milin dakika olarak koşulma zamanı grafiği için bir denklem veriniz.’

Öğretmen adayları bir önceki derste öğrendikleri deneysel modellemeyi uygulayarak rahatlıkla bu sorunun çözümüne ulaşmışlardır. Bu sorunun çözümü sırasında, hesap makineleri, milimetrik kağıtlar kullanılmıştır.

Uygulama süresince yaptırılan örnekler için öğretmen adaylarına 3 ders saati süresi verilmiştir. Deneysel modelleme örneğinden sonra teorik modellemeye uygun olarak hazırlanan ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan 2. soru ‘Trafik Lambası’ probleminin sınıfta öğretim üyesi ve araştırmacı tarafından bir çözümü verilmiştir. Ayrıca teorik modelleme ile ilgili bilgi verilmiştir.

Bu sorunun çözümünden sonra teorik modellemeye uygun olarak ‘Kremalı Pasta’ problemi öğretmen adaylarına örnek olarak yaptırılmıştır. Bu soru aşağıdaki gibidir:

Bir düğün pastası kare dik prizma şeklindeki bir kek kalıbında pişirilmiş ve krema sürülmeden önceki hacmi 4000cm^3 tür. Kremanın sürülmesi için pastanın

yüzey alanı minimum olacak şekilde pastanın boyutlarını belirleyiniz. Eğer pasta silindir kek kalıbında pişirilirse yine yüzey alanı minimum olacak şekilde pastanın boyutlarını belirleyiniz.

Öğretmen adaylarının hepsi bu sorunun çözümüne ulaşmışlardır.

Boyutsal analiz modelleme ile ilgili olarak Ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan ‘Basit Sarkaç’ sorusu sınıfta çözülmüştür. Öğretmen adaylarına boyutsal analiz modelleme hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra boyutsal analiz modellemeye uygun bir örnek öğretmen adaylarına sorulmuştur. Soru aşağıdaki gibidir:

Yatay bir borudan geçen suyun akış hızı v , aşağıdaki tabloda yer alan fiziksel niceliklere bağlıdır.

Tablo : Suyun Akış Hızının Fiziksel Nicelikleri (Berry ve Houston, 1995: 125)

Fiziksel Nicelikler	Sembol	Boyutlar
<i>Basınç düşmesi</i>	P	$ML^{-1}T^{-2}$
<i>Borunun uzunluğu</i>	L	L
<i>Suyun akışkanlığı</i>	M	$ML^{-1}T^{-1}$
<i>Borunun çapı</i>	D	L
<i>Suyun yoğunluğu</i>	P	ML^{-3}

Soruda borunun içindeki pürüzlerin etkisi ihmal edilmektedir. Boyutsal analiz modellemeyi kullanarak, v (hız) ve özellikler listesindeki terimlerle basınç düşmesi için bir model formüle ediniz.

Öğretmen adayları boyutsal analiz modellemeyi öğrendikten ve bir önceki soruyu bu yolla çözdükten sonra bu soruyu da rahatlıkla cevaplamışlardır.

Teorik modellemede yer alan nüfus artışı öğrencilere anlatılarak sınıfta popülasyon ile ilgili örnek yaptırılmıştır. Öğretmen adaylarına ayrıca uzun süreli bir araştırma ödevi verilmiştir. ‘Sicilya adasında az bulunan kuş türlerini göz önüne

alıyoruz. Türlerin artışını açıklayan bir model oluşturunuz' sorusu ödev olarak verilmiştir. Bir grup öğretmen adaylarının bu proje için verdikleri yanıtlar Ek 7 de yer almaktadır.

Öğretmen adaylarının bu proje çalışması esnasında matematiksel modellemeye olan ilgilerinin arttığı gözlenmiştir. Proje tesliminden sonra artık matematiksel modellemeyi daha iyi anladıklarını ifade etmişlerdir.

3. 4 Verilerin Analizi

Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme beceri testlerine verdikleri cevaplar, araştırmacı ve uzmanlar tarafından hazırlanan analitik dereceli puanlama anahtarı göre, araştırmacı ve uzman görüşleri ile değerlendirilmiştir.

Fusaro'ya (1985) göre açık uçlu problemler için, problemin ifade edilmesi ve açıklanması uygun olmalıdır. Tüm varsayımlar ve hipotezlerin açıkça ifade edilmesi gerekmektedir. Problemin analizi, sağlaması ya da modelin uygulanmasına bakılmalıdır. Modelin tasarımı önemlidir. Modelin nasıl test edildiği tartışılmalıdır. Modelin güçlü ve güçsüz yanlarının tartışılıp tartışılmadığına bakılmalıdır. Yanlış analizler içermekte midir? Tartışılmalıdır.

Öğrencilere uygulanan matematiksel modelleme beceri testleri değerlendirilirken Fusaro'nun (1985) belirttiği özellikler dikkate alınmıştır.

Öğretmen adayları ile yapılan görüşmeler ayrı ayrı deşifre edilerek fenomenografik yöntem kullanılarak kategorilere ayrılmıştır ve tablolar oluşturulmuştur.

Araştırmanın alt problemlerini test etmek için matematiksel modelleme görüş anketlerinde ve görüşmelerde açık uçlu sorulara yer verilmiştir. Öğretmen adaylarının görüşmelerinin yorumlanması sırasında fenomenografik yöntem kullanılmıştır. Güvenirlik için uzman görüşünden yararlanılmıştır.

Verilerin analizinde öğretmen adaylarının görüşleri fenomenografik yöntemle karşılaştırılmış, kategorilere ayrılmış ve yorumlanmıştır. Görüşmelerin yazılı dökümleri, insanların dış dünyayı yaşama ve kavram olarak algılamalarındaki nitel olarak farklılıkları ortaya koymayı amaçlayan, fenomenografik yöntem (Bruce ve Gerber, 1995: 456) kullanılarak incelenmiştir.

Marton'a (1994) göre fenomenografik yöntem, öğrenme, öğrenme farklılıkları ve bu farklılıkların nedenleri gibi soruların cevabının arandığı araştırmalarda kullanılır. Yöntemin esas hedefi birey değildir, bireylerin konuları kavrayışlarındaki farklılıkların tespit edilmesidir. Ayrıca, Marton ve Booth'a (1997) göre, bu yöntemde, insanların belirli durum ve konuları nasıl kavradıklarının, nasıl anladıklarının, nasıl anlamlandırdıklarının ve nasıl yorumladıklarının analizi yapılır.

Saljo (1979) ve Marton (1981) yaptıkları araştırmalarda öğrencilerin, öğrenmeyi kavrayışları üzerine yoğunlaşan araştırmaların verilerinin analizinde kullanılan ve bilinen en iyi yöntemin, fenomenografik yöntem olduğuna karar vermişlerdir. Bu görüşü destekleyici olarak, ayrıca Laurillard'a (1979) göre öğrenmeye yaklaşımlar konusunda bu yöntem bilinen en iyi yöntemdir.

Araştırmada görüşmeler sonucunda ilk olarak elde edilen verilerin (aslına tam uyularak) yazılı dökümü alınmıştır. Öğretmen adaylarına sorulan her bir soru ayrı ayrı incelenmiştir. Kâğıda dökülen bu veriler öğretmen adaylarının görüşleri doğrultusunda (öğretmen adaylarının cevaplarına göre) kategorilere ayrılmıştır. Kategoriler anlaşılır biçimde oluşturulmuştur.

Oluşturulan kategorilere paralel olan öğretmen adaylarının görüşleri (öğretmen adaylarının görüşleri aslına tam uygun olacak şekilde tablolara yazılmıştır) tablolar yardımıyla kategorilerin karşısına yazılmıştır. Araştırmada her öğretmen adayına bir numara verilmiştir. Bu numaralar yardımıyla görüşlerin hangi öğretmen adayına ait olduğu daha rahat anlaşılmaktadır. Tablolar yardımıyla hangi öğretmen adaylarının benzer görüşlere hangilerinin farklı görüşlere sahip oldukları da kolaylıkla görülmektedir.

Elde edilen bulgular ışığında 4. bölümde tabloların ardından yorumlar yapılmıştır. Ayrıca elde edilen bulgular konu ile ilgili yapılan diğer araştırmaların bulgularıyla karşılaştırılmıştır.

Öğretmen adaylarına uygulanan ön matematiksel modelleme görüş anketinde yer alan 8. sorunun değerlendirilmesinde 7'li likert tipi tutum ölçeği kullanılmıştır.

BÖLÜM 4

BULGULAR, YORUMLAR ve TARTIŞMALAR

Bu bölümde, araştırmada elde edilen verilerin, üçüncü bölümde belirtilen yöntem ve teknikler kullanılarak yapılan analizleri sonucunda, araştırmanın alt problemlerine göre elde edilen bulgulara, bunlara ilişkin yorumlara yer verilmiştir.

4. 1. Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Bilgi ve Becerilerindeki Değişime İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Çalışmanın 1. alt problemi “matematiksel modelleme ile ilgili öğretim gören öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili bilgi ve becerileri nasıl değişmiştir?” dir.

Aşağıda her bir soru tek tek ele alınarak yapılan analizle ilgili bulgular ve yorumlar verilecektir.

Birinci alt problem analiz edilirken betimleyici istatistikten yararlanılacaktır. Bunun için de her bir soru için analitik dereceli puanlama anahtarı hazırlanmış olup, bunlar kullanılarak sorular analiz edilecektir.

4.1.1. Deneysel Modelleme İle İlgili Bilgi ve Becerilerin İncelenmesi

Öğrencilere uygulanan ön matematiksel modelleme beceri testinin 1. sorusu "Sera Etkisi" idi. Bu soru matematiksel modelleme çeşitlerinden biri olan deneysel modelleme örneğidir.

Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerini değerlendirmek için analitik dereceli puanlama anahtarı ile soru değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeye ait tablo aşağıdaki gibidir:

**Tablo 4: Ön M. M. B. T. de Yer Alan "Sera Etkisi" Sorusuna İlişkin
A. D. P. A. ya İlişkin Bulgular**

PUAN	n	%
0	5	24
1	1	5
3	14	66
8	1	5

Analitik dereceli puanlama anahtarına göre toplam puan 10 dur. Bu soru ile ilgili daha detaylı tablo Ek 1 de yer almaktadır. Tablo 4 te görüldüğü gibi öğretmen adaylarının %24 (n=5) ünün problemi anlamadıkları ve dolayısıyla problem ile ilgili hiçbir işlem yapamadıkları görülmüştür. Dolayısıyla bu öğretmen adayları 0 puan almışlardır.

0 puan alan öğretmen adaylarından iki tanesi boş kağıt vermişlerdir. Bu öğretmen adaylarının işlerini ciddiye aldıklarını varsayarsak soru ile ilgili hiçbir yorum getiremedikleri söylenebilir.

0 puan alan bir diğer öğretmen adayının problemi anlamadığı gözlenmiştir. Eldeki verilerle, grafik çizmeden bir parabol denklemi oluşturmaya çalışmış, daha sonra bunu türev ile ifade edebileceğini vurgulamıştır. Ancak başka hiçbir işlem ve yorum yapmadan soruyu çözmeyi bırakmıştır.

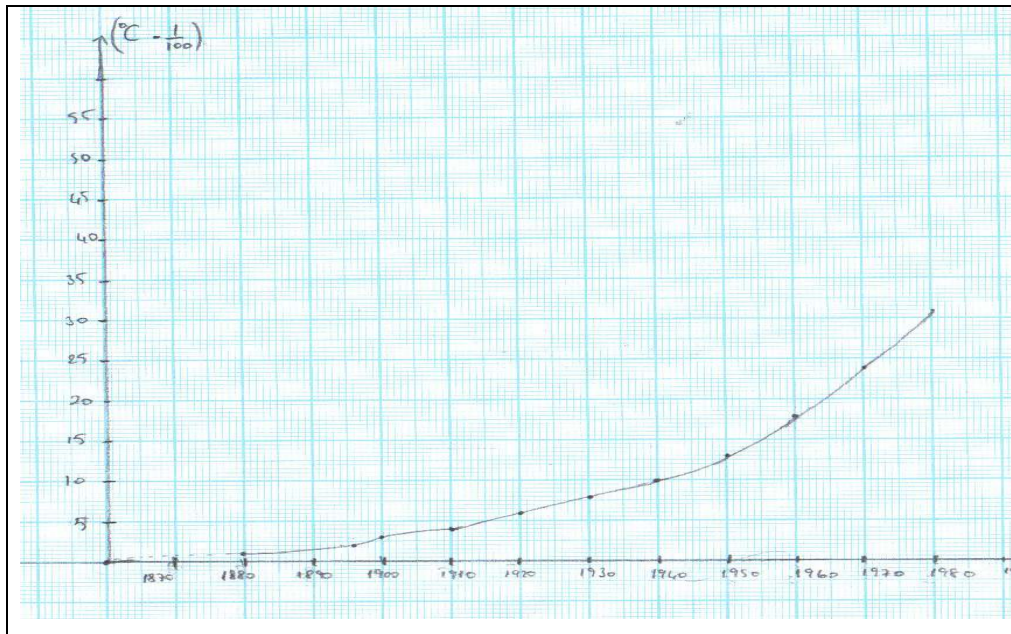
Yine 0 puan alan diğer bir öğretmen adayının verilerden bir tanesini seçerek onun üzerinde bir denklem oluşturmaya çalıştığı gözlenmiştir. Verilerin hepsini genel olarak ele almamıştır. Kendisine göre doğru kabul ettiği bu denklemi yazıp bırakmıştır. Bu öğretmen adayının soruyu çözmek için ezbere bir şeyler yaptığını, soruyu anlamadığı söylenebilir.

0 puan alan diğer öğretmen adayı ise veriler arasında bir oran oluşturmaya çalışmıştır. Ancak bu oranı yanlış oluşturmuş, yorumlamış ve doğru olmayan işlem yapmıştır. Bu öğretmen adayının soruyu tamamen yanlış yorumladığını söyleyebiliriz.

Bu öğretmen adaylarının problemi anlama, değişkenleri seçme, modeli kurma, matematiksel problemi çözme ve çözümü gerçek hayata yorumlama aşamalarından 0 puan aldıkları Ek 1 de Tablo 1 de de görülmektedir.

Öğretmen adaylarının % 5 (n=1) i hiçbir işlem yapmadan sadece grafik çizdiği için ve bu grafiği eksik oluşturduğu için model kurma aşamasından 1 puan alabilmiştir. Daha önce belirtildiği gibi bu öğretmen adayının eline milimetrik kağıt verildiği için problemi anlamadan verileri kullanarak grafiği çözmeye çalıştığı söylenebilir. Hermann ve Hirsberg'in (1989) çalışmasında olduğu gibi grafik çizmek model oluşturmak için kullanılan yöntemlerden biridir. Ancak bu öğretmen adayı için bunu ezbere yaptığı söylenebilir.

Tablo 4 te görüldüğü gibi öğrencilerin %66 (n=14) sı 3 puan almışlardır. Daha detaylı bilgi için Ek 1 de yer alan Tablo 1 e baktığımızda bu öğretmen adaylarının problemi anladıkları için 2 tam puan ve eksik grafik çizdikleri için model kurma aşamasında 1 puan olmak üzere toplam 3 puan aldıkları görülmektedir. 3 puan alan öğretmen adaylarının hepsi verilerden yola çıkarak grafik çizmeye çalışmışlardır. Şekil 6 da Yaşayan ölü rumuzlu öğretmen adayına ait grafik aşağıda yer almaktadır:



Şekil 6: Yaşayan ölü rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm

Şekil 6 da görüldüğü gibi bu grafiğin üstel fonksiyonun grafiği olmasına rağmen hepsi parabol olarak yorumlamıştır. Bir tanesi de grafiği bir doğru olarak almış ve doğru denklemi oluşturmaya çalışmıştır. Bu öğretmen adaylarının üstel fonksiyon konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıkları söylenebilir. Burada öğretmen adaylarının Berry ve Houston'ın (1995) ifade ettiği aşamalarda yer alan değişkenleri seçme, matematiksel problemi çözme ya da gerçek hayata yorumlama aşamalarının hiçbirini yerine getirmedikleri söylenebilir.

Problem çözme bilgisini kullanarak bu soruya tam yanıt veren öğretmen adayı Tablo 4 te görüldüğü gibi analitik dereceli puanlama anahtarından 8 puan almıştır. Ek 1 de yer alan tabloya bakıldığında bu öğretmen adayının problemi anlama, değişkenleri seçme, modeli kurma, matematiksel problemi çözme aşamalarından tam puan aldığı görülmektedir. Sonucu gerçek hayata yorumlamadığından bu aşamadan 0 puan almıştır. Uygulama öncesinde matematiksel modelleme becerisi verilmeden bu puanı alan öğretmen adayı için problem çözme becerisini kullanarak bu soruyu çözdüğünü söyleyebiliriz. Şekil 7 de John Nesh rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm yer almaktadır:

Şekil 7, John Nesh rumuzlu öğretmen adayının el yazması bir çözüm kağıdını göstermektedir. Kağıt, "Sıcaklık Artışları" başlığıyla başlar. Öğrenci, tahmini sıcaklık artış oranını hesaplamak için 1960 ile 1970 arasındaki sıcaklık artışlarını ortalama yapmıştır. Hesaplamalar şu şekildedir:

$$\text{Tahmini Sıcaklık Artış Oranı} = \frac{\sum \text{Yıl artışları}}{\sum \text{Yıl}} = \frac{0.01 + 0.01 + 0.02 + 0.02 + 0.02 + 0.03 + 0.03}{10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10} = \frac{0.12}{70} = 0.0017$$

Öğrenci, bu oranı 1960 yılına uygulayarak 1970 yılına kadar geçen süre için sıcaklık artışını hesaplamıştır:

$$\text{Tahmini Sıcaklık Artış Oranı} = 0.0017 \times 10 = 0.017$$

Öğrenci, 1960 yılına 1860 eklenerek 2078 yılına ulaşmıştır:

$$1860 + 218 = 2078$$

Kağıdın alt kısmında "mgillere 20 kalır" yazmaktadır.

Şekil 7: John Nesh rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm

Öğretmen adayları matematiksel modelleme hakkında bilgi ve beceriye sahip olmadan bu soruyu çözmeye çalışmışlardır. Ancak Tablo 4 e baktığımızda öğretmen adaylarının genel olarak bu soruyu çözmek için uğraştıklarını söyleyebiliriz.

Lange (1989) nin çalışmasında olduğu gibi bu soruyu çözmek daha fazla anlayış gerektirdiği için öğretmen adaylarına zor gelmiş olabilir. Matematiksel modelleme hakkında hiçbir fikri olmayan öğretmen adaylarının burada problem çözme bilgilerini kullandıkları söylenebilir. Burada bir öğretmen adayının uygulama öncesi kendi bilgi ve becerilerini kullanarak soruya tam yanıt verdiği görülmektedir.

Son matematiksel modelleme beceri testinde sorulan 2. soru "Kepler'in Üçüncü Yasası", ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan 1. soruya paralel bir sorudur ve bir deneysel modelleme örneğidir.

Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerini değerlendirmek için analitik dereceli puanlama anahtarı ile soru değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeye ait tablo aşağıdaki gibidir:

Tablo: 5 Son M. M. B. T. de Yer Alan " Kepler'in Üçüncü Yasası "
Sorusuna İlişkin A. D. P. A. ya İlişkin Bulgular

PUAN	n	%
0	6	29
2	2	9
3	3	14
5	6	29
7	4	19

Tablo 5 te görüldüğü gibi öğretmen adaylarının %29 (n=6) unun problemi anlamadıkları ve dolayısıyla problem ile ilgili hiçbir işlem yapamadıkları görülmüştür. Dolayısıyla bu öğretmen adayları 0 puan almışlardır.

0 puan alan öğretmen adaylarından üç tanesinin ilk matematiksel modelleme beceri testinden de 0 puan aldıkları gözlenmiştir. Ancak bu öğretmen adaylarından hiçbirisi ilk başarı testinde olduğu gibi boş kağıt vermemiştir.

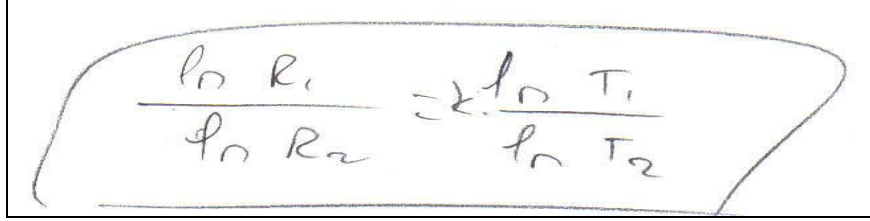
0 puan alan öğretmen adaylarından iki tanesi veriler arasında bir oran oluşturmaya çalışmış ancak başarılı olamamışlardır. Soruyu da tamamen yanlış yorumlamışlardır. Bu öğretmen adaylarından bir tanesi ön matematiksel modelleme beceri testinde de oranı yanlış oluşturduğu ve yanlış yorumladığı için 0 puan almıştır.

0 puan alan öğretmen adaylarından bir tanesi gerekli formülü yazmış ancak hiçbir işlem yapmamıştır. O formüle nasıl ulaştığı konusunda herhangi bir yorumu ya da işlem olmadığı için problemi anlamadığı düşünülmüştür.

0 puan alan öğretmen adaylarından üç tanesi ise soruyu anlamadıklarından dolayı yanlış işlemler yapmışlardır.

Ek 1 de Tablo 1 incelendiğinde ön matematiksel modelleme beceri testinde problemi anladıkları ve grafik çizdikleri için bu sorudan 3 puan alan 3 öğretmen adayının son matematiksel modelleme beceri testinde yer alan bu sorudan 0 puan aldıkları görülmektedir. Son matematiksel modelleme beceri testi süresince milimetrik kağıtlar öğretmen adaylarına soru ile birlikte verilmemiştir. Masa üzerine konarak isteyen öğretmen adayına dağıtılmıştır. Ön matematiksel modelleme beceri testinde soru ile birlikte verildiği için öğretmen adaylarının grafik çizimleri gerektiğini düşünüp dolayısıyla grafik çizdiklerini söyleyebiliriz. Böylece bu öğretmen adayları 3 puan almışlardır. Ancak sonraki matematiksel modelleme beceri testinde grafik çizmek akıllarına gelmediği için bu sorudan hiç puan alamadıkları söylenebilir. Bu öğretmen adaylarının Lange (1989) nin çalışmasında olduğu gibi matematiksel modelleme ile ilgili bir soruyu çözmede zorlandıkları söylenebilir.

Tablo 5 e göre iki öğretmen adayının sadece problemi anladığı için 2 puan aldıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından bir tanesinin, Samsun rumuzlu öğretmen adayının cevap kağıdına ait bir bölüm aşağıdaki gibidir:

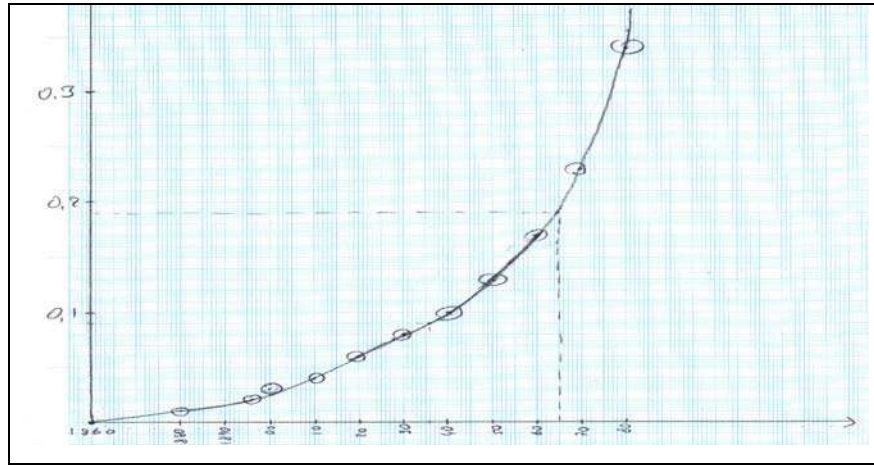


$$\frac{P_n R_1}{P_n R_2} = 2 \frac{P_n T_1}{P_n T_2}$$

Şekil 8: Samsun rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm

Şekil 8 de görüldüğü gibi, Samsun rumuzlu öğretmen adayının, deneysel modelleme ile ilgili ön matematiksel modelleme beceri testinin ilk sorusunda Ek 1 deki Tablo 1 de görüldüğü gibi, modeli eksik kurduğu için modeli kurma aşamasından da sadece 1 puan aldığı görülmektedir.

Samsun rumuzlu öğretmen adayının ön matematiksel modelleme beceri testinin ilk sorusuna ilişkin çizdiği grafik Şekil 9 daki gibidir:

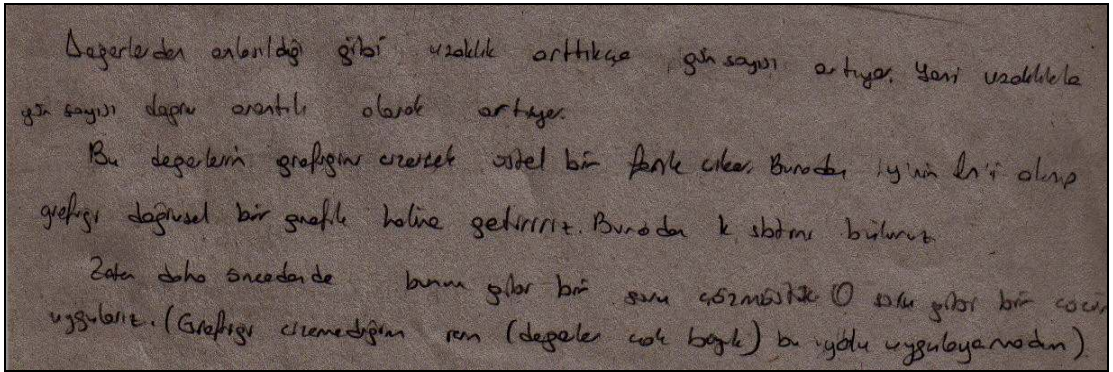


Şekil 9: Samsun rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm

Samsun rumuzlu öğretmen adayı ön matematiksel modelleme başarı testinde grafik çizerek model kurmaya çalışmış ancak, son matematiksel modelleme beceri testinde ise grafik çizmek için uğraşmamıştır, diyebiliriz.

Problemi anladığı için 2 puan alan bir diğer öğretmen adayı, önce işlem yapmaya çalışmış fakat daha sonra yaptıklarını karalamıştır. Sorunun çözümü ile ilgili olarak

yorumlarını yazmıştır. Verilerden yola çıkarak grafik çizildiğinde bunun bir üstel fonksiyonun grafiği olacağını, buradan logaritmayı kullanarak yeni veriler elde edebileceğini ve bu verilerle bir doğru grafiği oluşturabileceğini yazmıştır. Daha önce de uygulama süresince böyle bir soru ile karşılaştığını belirtmiştir. Ancak değerlerin çok büyük olduğunu, grafik çizemediğini ifade etmiştir. Bu öğretmen adayının problemi çok iyi anladığı ortaya çıkmaktadır. Ancak soruyu çözmek için hiçbir gayret göstermemiştir. Bahar rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm Şekil 10 da yer almaktadır.



Şekil 10: Bahar rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm

. Bahar rumuzlu öğretmen adayı ön matematiksel modelleme beceri testinde ise problemi anladığı ve grafiği eksik oluşturduğu için toplam 3 puan almıştır.

Öğretmen adaylarının % 14 ($n=3$) ü nün de Ek 2 deki Tablo 2 den, problemi anladıkları için 2 tam puan aldıkları, bunun yanında bir tanesinin değişkenleri eksik seçtiği için 1 puan, bir tanesinin matematiksel işlemleri eksik yaptığı 1 puan diğerinin de modeli eksik kurduğu için 1 puan daha aldıkları görülmektedir. Ek 1 deki Tablo 1 den aynı öğretmen adaylarının ön matematiksel modelleme beceri testinin değerlendirmesinde de 3 puan aldıkları görülmektedir. Bu öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinde değişiklik olmadığı söylenebilir.

Bu öğretmen adaylarından Hiçbirşey rumuzlu öğretmen adayının cevap kağıdına ait bir bölüm Şekil 11 de yer almaktadır:

Tablo 5 te görüldüğü gibi öğretmen adaylarının %29 (n=6) unun 5 puan aldıkları görülmektedir. Ek 2 deki Tablo 2 de görüldüğü gibi bu öğretmen adaylarının problemi anladıkları ve değişkenleri seçtikleri için tam puan aldıkları görülmektedir. Matematiksel problemi çözme aşamasında işlem hatası yaptıkları için de 1 puan aldıkları söylenebilir. Problem çözme aşamasında işlem hatası yapan Yaşayan Ölü rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm Şekil 13 te yer almaktadır:

$$T = kR^2 \Rightarrow T^2 = k^2 \cdot R^3 \Rightarrow \frac{T^2}{R^3} = k^2$$

$$\frac{(88)^2}{(57.9)^2} = k^2 \Rightarrow \frac{7744}{3352.41} = k^2 = 0.0398 \approx 0.04 \Rightarrow$$

$$\sqrt{k^2} = 0.2$$

$$\boxed{\frac{T^2}{R^3} = 0.2}$$

Şekil 13: Yaşayan ölü rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm

Şekil 13 te görüldüğü gibi, bu öğretmen adayı k değerini bulmakta hata yapmıştır. Dolayısıyla problem çözme aşamasından 1 puan alabilmiştir.

Ön matematiksel modelleme beceri testinde bu sorudan bu altı öğretmen adayından bir tanesinin 0 puan, dört tanesinin 3 puan aldıkları Ek 1 deki Tablo 1 den görülmektedir. Bu öğretmen adaylarının modelleme becerilerinde gelişme olduğu söylenebilir. Diğer öğretmen adayı ise ön matematiksel modelleme beceri testinde 8 puan alan öğretmen adaydır. Bu soruda modelleme becerisinde başarılı olamadığı görülmektedir. Bu öğretmen adayları için modelleme bilgisini kullanarak soruyu çözdüklerini söyleyebiliriz. Ikeda, Stephens ve Matsuzaki'nin (2007) çalışmasında olduğu gibi bu öğrencilerin bu soru için son matematiksel modelleme beceri testinde daha başarılı olduklarını söyleyebiliriz.

Tablo 5 te görüldüğü gibi öğretmen adaylarının % 19 (n=4) u nun 7 puan almışlardır. Problemi anladıkları için 2 tam puan, değişkenleri seçtikleri için 2 tam

puan, modeli kurdukları için 2 tam puan ve matematiksel problemin çözümünde işlem hatası yaptıkları için 1 puan aldıkları Ek 2 deki Tablo 2 den görülmektedir. Ön matematiksel modelleme beceri testinde modelleme becerilerinin analizinde bir tanesi 0 puan almış, diğerleri de 3 er puan almışlardır. Modelleme becerilerinde büyük bir oranda gelişme gösterdikleri söylenebilir.

İrfan rumuzlu öğretmen adayı ön matematiksel modelleme beceri testinden 0 puan almış ancak son matematiksel modelleme beceri testinden 7 puan almıştır. İrfan rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm Şekil 14 te yer almaktadır:

Handwritten mathematical work on a piece of paper. At the top, it says "X_M 0.1" and "uzatlık ve periyot arasındaki ilişki". Below this, there are two diagrams of ellipses. The first ellipse is labeled "X_M 0.1" and "88". The second ellipse is labeled "88" and "365". To the right of the ellipses, there are several equations and calculations. The first equation is "Cevap = πr^2 " and "X_M = $\pi (37.9)^2$ ". Below this, there is a boxed equation "X_M = 88.9" with the note "1 günde alınan yol.". To the right of this, there is a boxed equation "1/2 bir günde alınan yola eşit." with "V_M = a" below it. Below these, there are four equations for V_M, V_D, V_B, and V_{Mg}. The first equation is "V_M = $\frac{\pi (37.9)^2}{88} = \frac{\pi r^2}{T_M} = 38.09 \pi$ " with the note "ortalık soldan yol sayalım.". The second equation is "V_D = $\frac{\pi (102.2)^2}{225} = \frac{\pi r^2}{T_D} = 52.03$ ". The third equation is "V_B = $\frac{\pi (169.6)^2}{365} = \frac{\pi r^2}{T_B} = 61.31$ ". The fourth equation is "V_{Mg} = $\frac{(227.9)^2}{627} = \frac{r_{Mg}^2}{T_{Mg}}$ " with "a = 38.09" below it.

Şekil 14: İrfan rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm

Bu öğretmen adaylarından bir tanesi boyutsal analiz modelleme yolu ile sonuca çok yakın bir değere ulaşmıştır. Legent rumuzlu öğretmen adayının cevap kağıdına ait bir bölüm Şekil 15 te yer almaktadır:

Boyutsal modellemeyi kullanalım.

$$T = R^\alpha \cdot k \text{ olsun. } \Rightarrow k = \frac{T}{R^\alpha} \text{ olur.}$$

Herhangi 2 T ve R değeri için

$$\frac{T_1}{R_1^\alpha} = \frac{T_2}{R_2^\alpha} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^\alpha$$

$T_1 = 88$ $T_2 = 225$
 $R_1 = 57,9$ $R_2 = 108,2$ için

$$\Rightarrow \frac{88}{225} = \left(\frac{57,9}{108,2}\right)^\alpha \Rightarrow 0,391 = (0,535)^\alpha$$

$$\Rightarrow \log_{0,535} 0,391 = \alpha \Rightarrow \alpha \approx 1,5$$

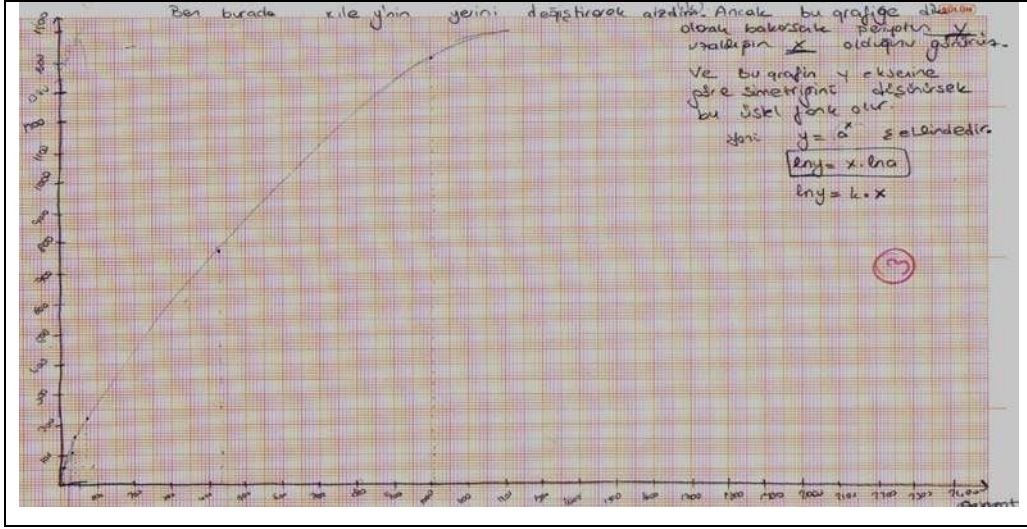
Şimdi k sabitini hesaplayalım.

$$k = \frac{T_1}{R_1^\alpha} = \frac{88}{(57,9)^{1,5}} \approx 0,2 \Rightarrow T = R^{\frac{3}{2}} \cdot 0,2 \text{ bulunur.}$$

Şekil 15: Legent rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm

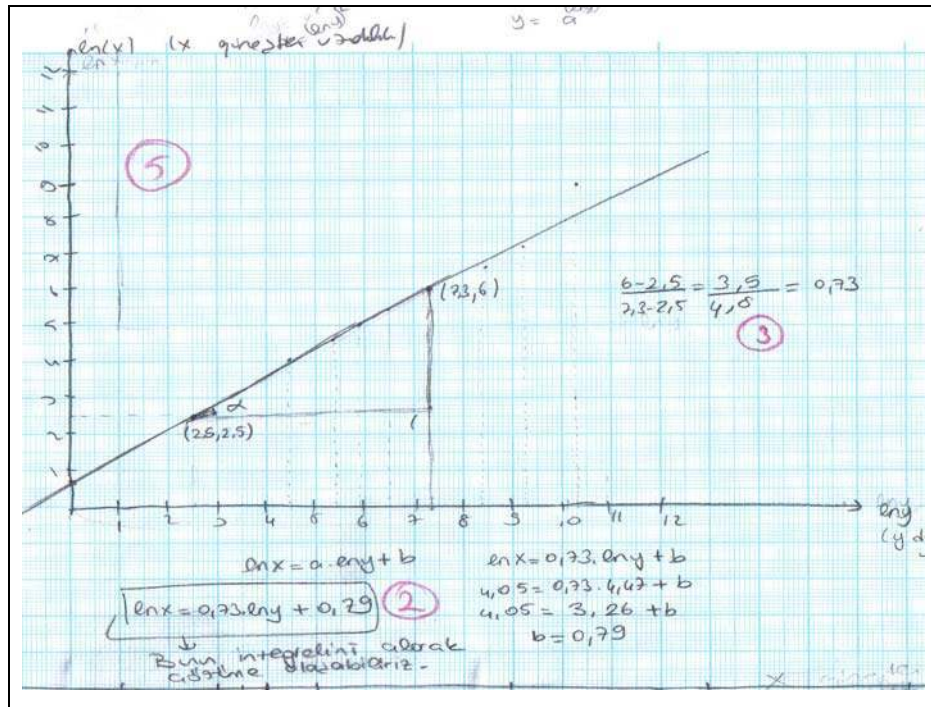
Ön matematiksel modelleme beceri testine göre, son matematiksel modelleme beceri testinde deneysel modelleme sorusunda öğretmen adaylarının matematiksel modelleme bilgilerini kullandıklarını ancak tam sonuca ulaşamadıklarını ifade edebiliriz. Crouch ve Haines'in (2007) araştırmasında olduğu gibi öğretmen adaylarının matematiksel modelleme çeşitlerinden ilki olan deneysel modelleme ile ilgili soruda zorlandıklarını söyleyebiliriz.

Ön matematiksel modelleme beceri testinde bu soruda sadece 1 öğrenci tam puan almış olmasına rağmen son matematiksel modelleme beceri testinde buna paralel soruda hiçbir öğretmen adayı tam puan alamamıştır. Ancak 3 öğrenci tam sonuca yakın bir puan almışlardır. Bu öğretmen adaylarından Neşe rumuzlu öğretmen adayının cevap kağıdına ait bölümler Şekil 16 da ve Şekil 17 de yer almaktadır:



Şekil 16: Neşe rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm

Neşe rumuzlu öğretmen adayı, ilk olarak grafiği çizmiştir. Bu grafiğin üstel fonksiyon grafiği olduğunu belirtmiştir. Buradan aşağıdaki cevabı vermiştir:



Şekil 17: Neşe rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm

Neşe rumuzlu öğretmen adayı, sorunun çözümü için gerekli adımları uygulamıştır. Problemi anlama, değişkenleri seçme, modeli kurma aşamalarından 2 şer

puan ve matematiksel problemi çözme aşamasından 1 puan olmak üzere toplam 7 puan almıştır. Tablo 5 e baktığımızda öğretmen adaylarının çoğunluğunun Hermann ve Hirsberg'in (1989) çalışmasında olduğu gibi deneysel modelleme hakkında beceri sahibi oldukları söylenebilir. Bir kısmının da Lange'nin (1989) çalışmasında olduğu gibi zorlandıklarını ifade edebiliriz.

4.1.2. Teorik Modelleme İle İlgili Bilgi ve Becerilerin İncelenmesi

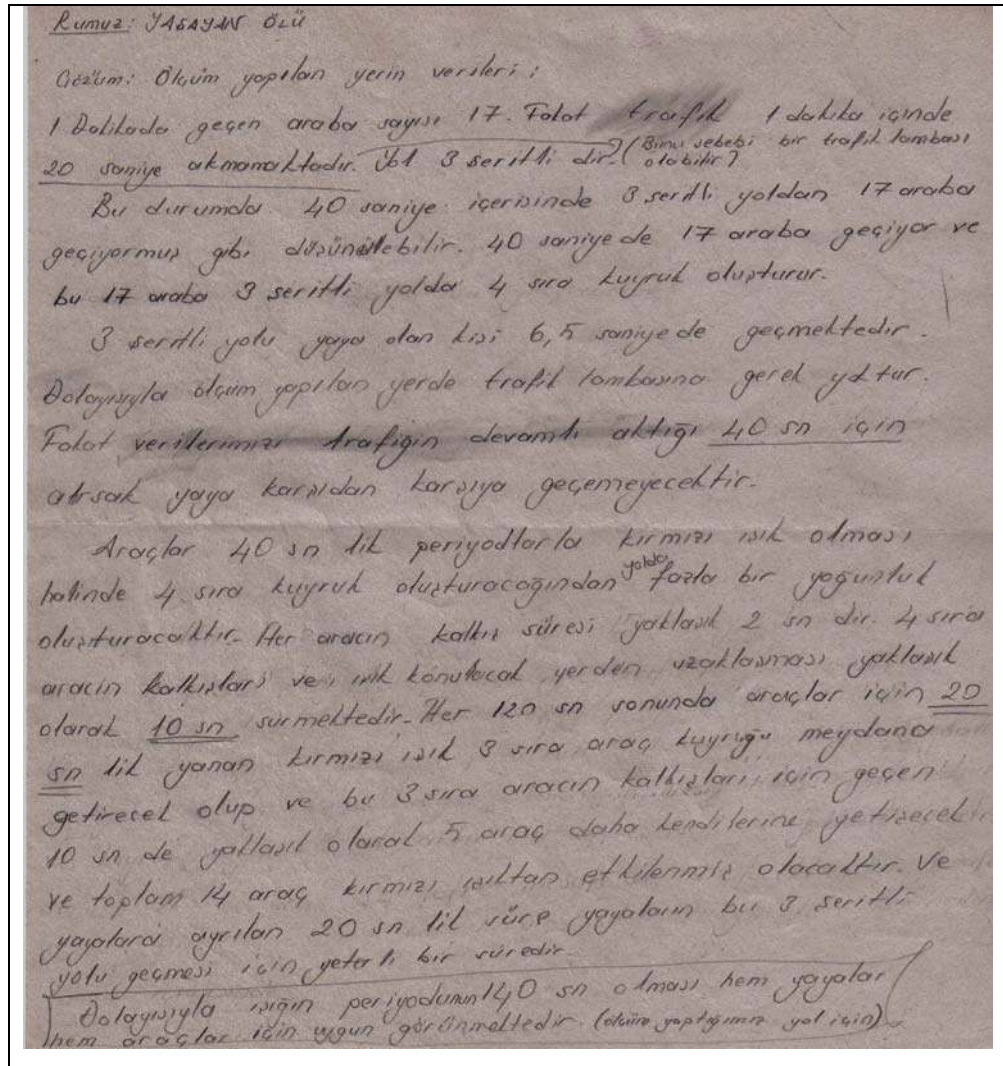
Ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan 2. soru "Trafik Lambası" sorusu idi. Teorik modelleme ile ilgili bir sorudur. Bu sorunun çözümü esnasında öğretmen adaylarına dışarı çıkıp gözlem yapabilmeleri için izin verilmiştir. 21 öğretmen adayından 1 i hariç diğerleri dışarıya çıkarak üniversite kampüsünün dışındaki trafik ışıklarında gözlem yapıp gelmişlerdir.

Tablo 6: Ön M. M. B. T. de Yer Alan "Trafik Lambası" Sorusuna İlişkin A. D. P. A. ya İlişkin Bulgular

PUAN	n	%
0	1	5
2	4	19
3	1	5
4	7	33
8	4	19
10	4	19

Tablo 6 da görüldüğü gibi öğretmen adaylarının %5 (n=1) i bu değerlendirmeden 0 puan almıştır. Bu öğretmen adayı da boş kağıt vermiştir. Soru ile ilgili hiçbir yorum getirmemiştir. Bu öğretmen adayının problemi anlama, değişkeni seçme, model kurma, problemi çözme ve çözümü yorumlama aşamalarından 0 puan almıştır. Bu öğretmen adayının bu soru ile ilgili olarak modelleme bilgi ve becerisine sahip olmadığı söylenebilir.

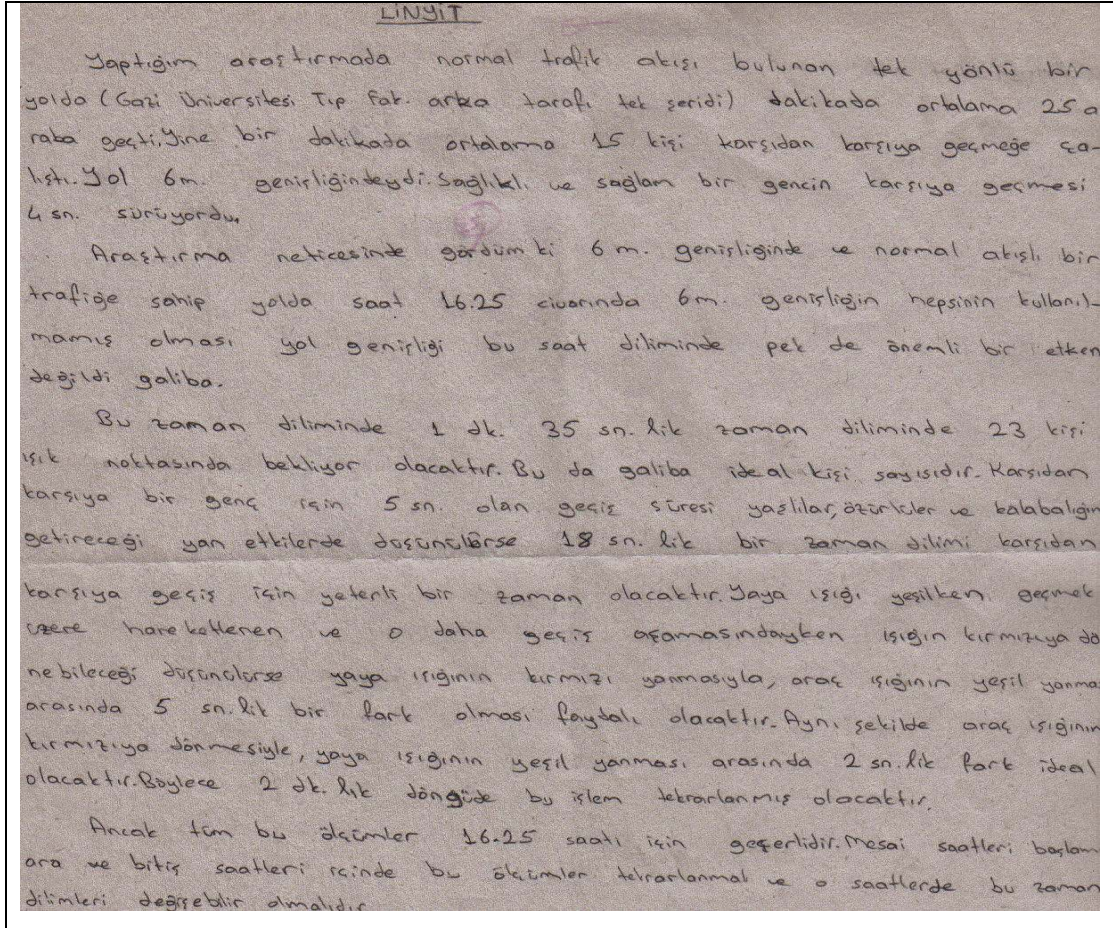
Öğretmen adaylarından %19 (n=4) u sadece problemi anlama aşamasından 2 puan almışlardır. Aralarından bir tanesi soruda gerektiğinden fazla değişkeni kullanarak sorunun amacından çıkmıştır. İstenmeyen bilgiler doğrultusunda hareket etmiştir. Dolayısıyla problemi anladığı için sadece 2 puan alabilmiştir. Yaşayan ölü rumuzlu bu öğretmen adayına ait cevap kağıdı Şekil 18 deki gibidir:



Şekil 18: Yaşayan ölü rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm

İki puan alan öğretmen adaylarından üç tanesi soruyu anlamış ancak değişken seçmemiş, model kurmamış, sadece gözlemleri sonucunda elde ettikleri verileri örnek olarak göstermişlerdir. Herhangi bir değişken seçmediklerinden, model oluşturamadıklarından modelleme sürecinin diğer basamaklarından 0 puan almışlardır. Bu

öğretmen adaylarından Linyit rumuzlu öğretmen adayının cevap kağıdı Şekil 19 daki gibidir:



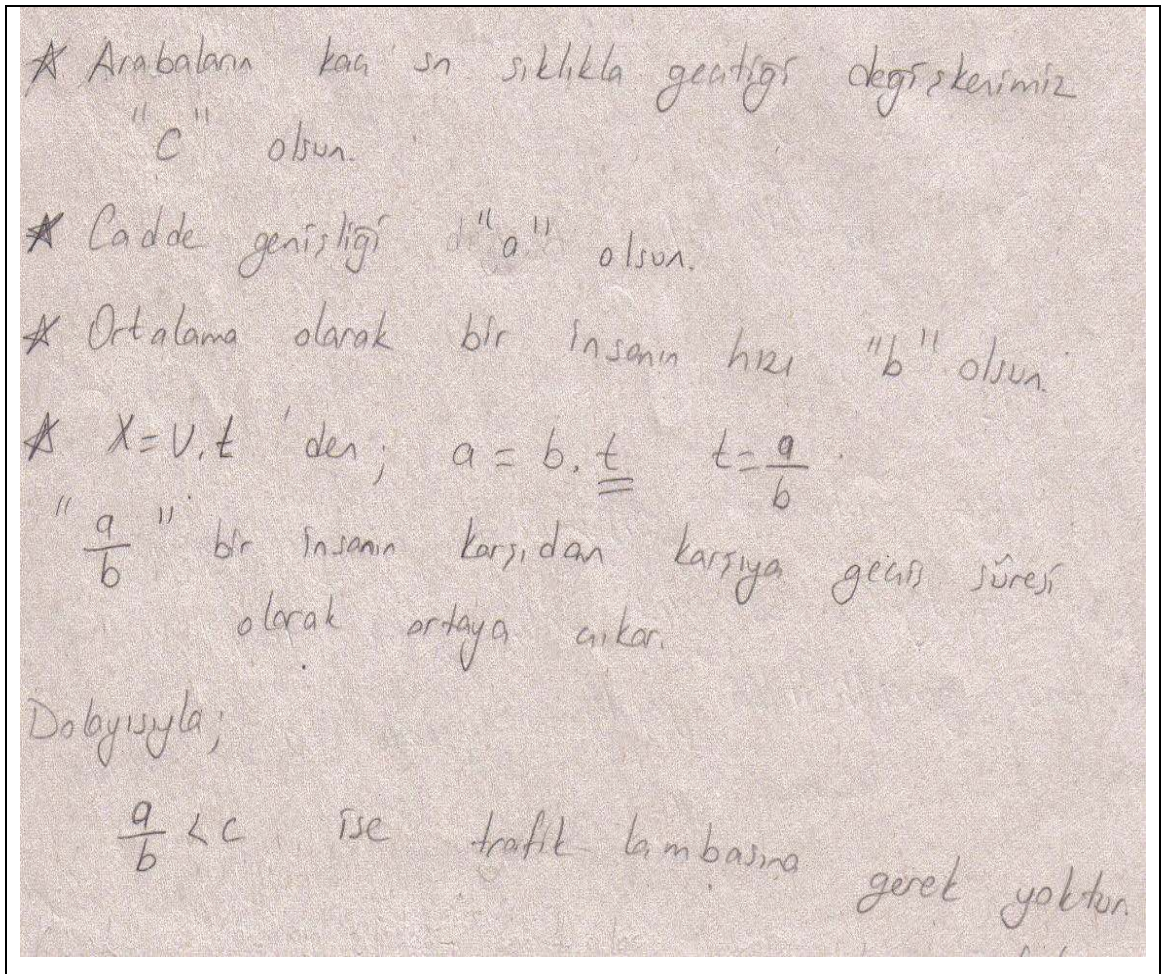
Şekil 19: Linyit rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm

Öğretmen adaylarından bir tanesi problemi anladığı için 2 tam puan ve eksik değişken seçtiği için 1 puan toplam 3 puan almıştır. Bu öğretmen adayının sadece problemi anlayıp problemle ilgili değişkenleri oluşturmaya çalıştığını söyleyebiliriz. Matematiksel işlem yapamamıştır.

Tablo 6 da görüldüğü gibi 7 tane öğretmen adayı 4 puan almıştır. Ek 3 te Tablo 3 te görüldüğü gibi bu öğretmen adaylarından 4 tanesi problemi anlayıp değişkenleri belirledikleri için bu puanı almışlardır. Bu sorudan 4 puan alan öğretmen adayları Spanier (1980) tarafından model olarak ifade edilen formül elde etmeye çalışmışlardır. Görülüyor ki bu öğretmen adayları matematiksel modelleme aşamalarında yer alan formül elde etmeyi

kullanmışlardır. Bu öğretmen adaylarının matematiksel modelleme hakkında bir bilgi sahibi olmadan problem çözmeye dayanarak bu soruyu yanıtlamaya çalıştıklarını söyleyebiliriz.

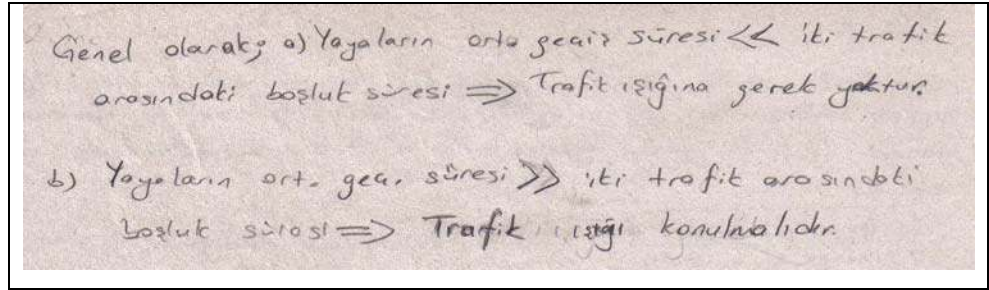
Öğretmen adaylarından 4 tanesi problemi anlama, değişkenleri seçme, model kurma ve matematiksel problemi çözmeye aşamalarından tam puan alarak toplam 8 puan almışlardır. Moscardini (1989) nin matematiksel modelleme tanımında olduğu gibi sonucu gerçek hayata yorumlamaları gerekiyordu. Ancak gerçek hayata yorumlayamamışlardır. Matematiksel modelleme becerisine sahip olmayan öğretmen adaylarının eğitim almadan 8 puanı almış olmalarını problem çözme becerilerinin olduğuna ilişkindir diyebiliriz. İrfan rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdı Şekil 20 deki gibidir:



Şekil 20: İrfan rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm

Bu öğretmen adayı çözümü gerçek hayata yorumlamadığı için toplam 8 puan almıştır.

Öğretmen adaylarından 4 tanesi problemi anlama, değişkenleri seçme, model kurma ve matematiksel problemi çözme ve çözümü yorumlama aşamalarından tam puan alarak toplam 10 puan almışlardır. Bu öğretmen adayları buldukları doğru çözümü gerçek hayata yorumlayabilmişlerdir. Nats rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm Şekil 21 de yer almaktadır:



Şekil 21: Nats rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm

Son matematiksel modelleme beceri testinde teorik modellemeye örnek olarak bir nüfus artışı sorusu sorulmuştur. Son matematiksel modelleme beceri testinde yer alan 3. soru "Hindistan'daki nüfus büyümesi" idi.

Tablo 7: Son M. M. B. T. de Yer Alan " Hindistan'daki Nüfus Büyümesi" Sorusuna İlişkin A. D. P. A. ya İlişkin Bulgular

PUAN	n	%
3	4	19
4	1	5
7	3	14
8	13	62

Tablo 7 de görüldüğü gibi öğretmen adaylarının %19 (n=4) u analitik dereceli puanlama anahtarına göre 3 puan almışlardır. Ek 4 te Tablo 4 te görüldüğü gibi bu öğretmen adayları problemi anlama aşamasında 2 tam puan, değişkenleri seçme

aşamasında değişkenleri eksik belirledikleri için 1 puan almışlardır. Bu öğretmen adaylarından bir tanesine ait cevap kağıdına bir bölüm Şekil 22 deki gibidir:

a)

$$\Delta f = (A - B) \cdot f(t) \cdot \Delta t$$

Nüfus değeri: Doğum ile ölüm arasındaki fark

Geçer süre

İlk nüfus

SAMSUN

Şekil 22: Samsun rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm

Samsun rumuzlu öğretmen adayının değişkenleri belirlemede hata yaptığı için problemi anlama aşamasından 2 puan ve değişkenleri seçme aşamasından 1 puan aldığı görülmektedir.

Bu öğretmen adaylarından 2 tanesinin Ek 2 deki Tablo 2 den görüldüğü gibi ön matematiksel modelleme beceri testinden 0 puan almışlardır. Ancak bir öğrencinin de ön matematiksel modelleme beceri testinde 10 tam puan aldığı Ek 2 deki Tablo 2 de görülmektedir. Tablo 7 de görüldüğü gibi öğretmen adaylarından 1 tanesi 4 puan almıştır. Ek 3 teki Tablo 3 e göre bu öğretmen adayının problemi anladığı için ve değişkenleri seçtiği için toplam 4 puan aldığı görülmektedir. Aynı öğretmen adayının Ek 3 te Tablo 3 ten ön matematiksel modelleme beceri testinde teorik modelleme ile ilgili bu sorudan da 4 puan aldığı görülmektedir. Patron rumuzlu bu öğretmen adayının cevap kağıdına ait bir bölüm Şekil 23 teki gibidir:

2-) $f(t) = e^{kt}$

Geçer süre

modelimizi kullanalım.

İlk nüfus

İstenilen nüfus

Şekil 23: Patron rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm

Patron rumuzlu öğretmen adayı modeli kurma, matematiksel problemi çözme ve gerçek hayata yorumlama aşamalarının hiç birini yapmadığı görülmektedir. Bu öğretmen adayının teorik modellemede hiç bir aşama kaydetmediği söylenebilir.

Blum ve Leib (2007) in çalışmasında olduğu gibi bu sorudan 3 puan ve 4 puan alan öğretmen adaylarının modeli kurmada zorluk çektikleri söylenebilir.

Tablo 7 de 3 öğretmen adayının 7 puan aldığı görülmektedir. Ekteki tablo 4 incelendiğinde bu görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından bir tanesi Ek 3 teki Tablo 3 de yer alan ön matematiksel modelleme beceri testindeki değerlendirmeden 0 puan aldığı görülmektedir. Bir öğretmen adayının da daha önce 4 puan aldığı görülmektedir. Bu öğretmen adayları öğretmen adaylarının problemi anlama, değişkenleri seçme, modeli kurma aşamalarından tam puan aldıkları matematiksel problem çözme aşamasında işlem hatası yüzünden 1 puan aldıkları için matematiksel modelleme becerisinde gelişme gösterdikleri söylenebilir.

Ön matematiksel modelleme beceri testinden 0 puan alan, son matematiksel modelleme beceri testinden 7 puan alan Antika rumuzlu öğretmen adayının cevap kağıdına ait bir bölüm Şekil 24 teki gibidir:

$$\begin{aligned}
 P(20) &= 574220000 e^{\alpha \cdot 20} \\
 &= 574220000 e^{20\alpha} \\
 &= 574220000 \cdot e^{0.15} = 918752000 \\
 &\quad \underline{\underline{1994 \text{ tek nüfus}}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b) } 1.500.000.000 &= 574.220.000 e^{\alpha \cdot t} \\
 2.6 &= e^{\alpha \cdot t} \\
 \ln 2.6 &= \alpha \cdot t \\
 \ln 2.6 &= 0.025 \cdot t \\
 0.95 &= 0.025 \cdot t \Rightarrow t = 38
 \end{aligned}$$

Buradan 1974+38
2012

Şekil 24: Antika rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm

Antika rumuzlu öğretmen adayının teorik modelleme ile ilgili soruda, ön matematiksel modelleme beceri testine göre büyük oranda bir gelişme gösterdiği söylenebilir.

Tablo 7 de görüldüğü gibi öğretmen adaylarının % 62 (n=13) si 8 puan almıştır. Ek 4 teki Tablo 4 ten görüldüğü gibi problemi anlama, değişkenleri seçme, modeli kurma ve matematiksel problemi çözme aşamalarından tam puan alarak toplam 8 puan almışlardır. Bu öğretmen adaylarından Nats rumuzlu öğretmen adayının cevap kağına ait bir bölüm Şekil 25 teki gibidir:

b) $1,500,000 - 574,220 = 925,780$ $e^{0,0262232974 \cdot t}$

$$\ln(e^{0,0262232974 \cdot t}) = \frac{150000}{57422} = \ln(2,6122392)$$

$$0,0262232974 \cdot t = 0,960207$$

$$t = \frac{0,960207}{0,0262232974}$$

$$t \approx 36,6 \text{ yıl}$$

1974 yılını başlangıç kabul ettiğimizden;
 $1974 + 36,6 = 2010,6$ dir.

yılda Hindistan'ın nüfusu sabit büyüme oranında ve büyümenin sabit kaldığı şartlar altında 2010-2011 yılları arasında 1,5 milyara ulaşır.

Şekil 25: Nats rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm

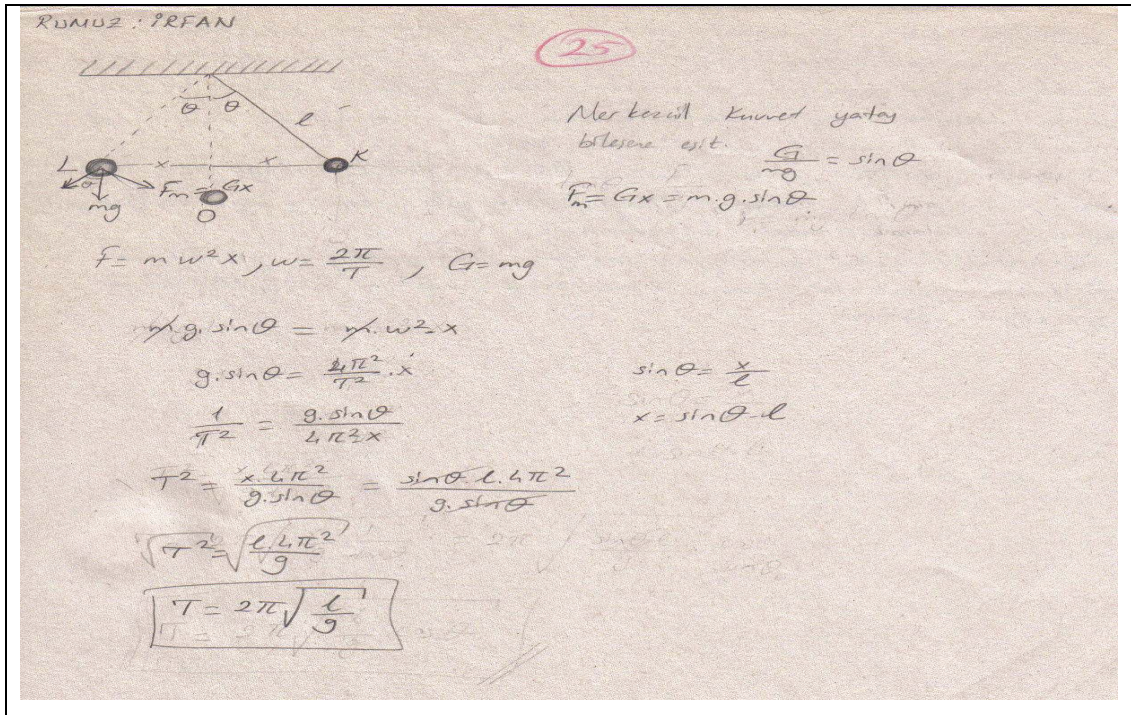
Nats rumuzlu öğretmen adayının problemi anlama, değişkenleri seçme, modeli kurma, matematiksel problemi çözme aşamalarından tam puan alarak toplam 8 puan almıştır. Öğretmen adayları, gerçek hayata yorumlama yapamamışlardır. Galbraith, Stillman, Brown ve Edwards (2007) tarafından yapılan çalışmada olduğu gibi bu öğrencilerin çözümü gerçek hayat yorumlamada zorluk çektikleri söylenebilir.

Ikeda, Stephens ve Matsuzaki (2007) nin çalışmasında olduğu gibi bu öğretmen adaylarının son matematiksel modelleme beceri testinde yer alan teorik modelleme ile ilgili soruda, ön matematiksel modelleme beceri testindekine göre daha başarılı olduklarını söyleyebiliriz. Öğretmen adaylarının matematiksel bilgi ve becerilerinin geliştiğini söyleyebiliriz.

4.1.3. Boyutsal Analiz Modelleme İle İlgili Bilgi ve Becerilerin İncelenmesi

Ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan 4. soru "Basit Sarkaç" sorusu idi. Bu soru boyutsal analiz modelleme ile ilgili bir sorudur. Öğretmen adaylarına veriler verilerek basit sarkacın periyodu formülünü bulmaları istenmiştir.

Ancak bu soruda öğretmen adayları lise ya da üniversite fizik bilgilerini kullanarak bu soruyu yanıtlamışlardır. Hiç biri boyutsal analiz modellemeyi kullanmamıştır. İrfan rumuzlu öğretmen adayına ait yanıt Şekil 26 daki gibidir.



Şekil 26: İrfan rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm

Tablo 8: Ön M. M. B. T. de Yer Alan "Basit Sarkaç" Sorusuna İlişkin A. D. P. A. ya İlişkin Bulgular

PUAN	n	%
0	1	5
3	1	5
4	2	10
8	17	80

Tablo 8 de görüldüğü gibi boyutsal analiz modelleme ile ilgili olarak sorulan bu soruda öğretmen adaylarının % 5 (n=1) i 0 puan almıştır. 0 puan alan bu öğretmen adayının boş kağıt verdiği gözlenmiştir. Bu öğretmen adayı ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan deneysel modelleme ile ilgili soru için de boş kağıt vermiştir. Ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan sorular için matematiksel modelleme hakkında bilgisi olmadığı için önyargılı yaklaştığı söylenebilir. Sorular ile ilgili herhangi bir yorum yapmaktan çekindi söylenebilir.

Analitik dereceli puanlama anahtarına göre bu sorudan 3 puan alan öğretmen adayının Ek 5 te Tablo 5 te problemi anlama aşamasından 2 puan ve değişken seçme aşamasından değişkeni eksik belirlediği için 1 puan aldığı görülmektedir. Şimşek rumuzlu bu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm Şekil 27 deki gibidir:

$$F = m\omega^2 x = mg \sin\theta$$

$$\frac{4\pi^2}{T^2} x = g \sin\theta \Rightarrow \frac{4\pi^2}{T^2} \sin\theta l = g \sin\theta$$

$$\sin\theta = \frac{x}{l}$$

$$x = \sin\theta \cdot l$$

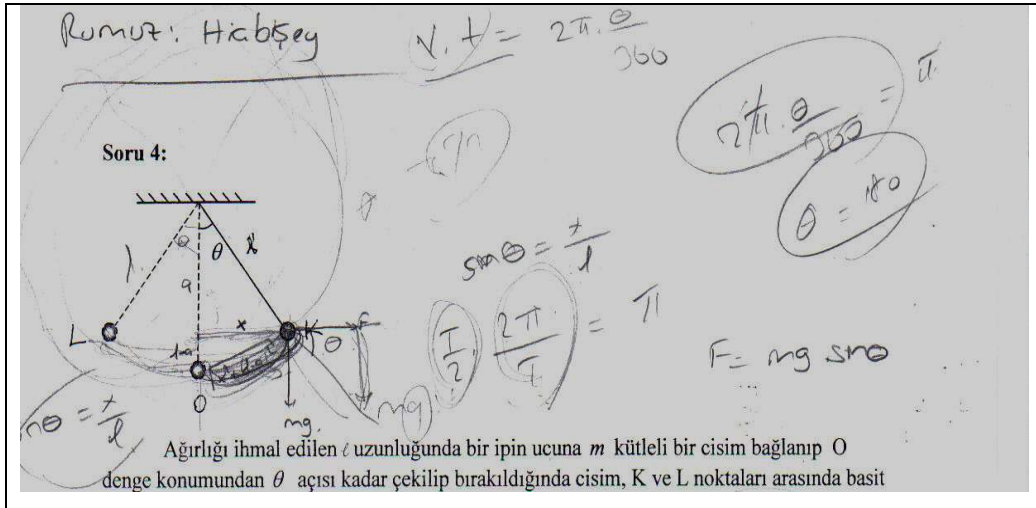
$$\frac{4\pi^2}{T^2} = g$$

$$T^2 = \frac{g}{4\pi^2} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{g}{4\pi^2}}$$

Şekil 27: Şimşek rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm

Şimşek rumuzlu öğretmen adayı, soru için gerekli değişkenleri belirlemeye çalışmış ancak hata yapmıştır. Dolayısıyla formülü oluşturma ve işlem aşamasında yanlışlar yapmıştır.

Tablo 8 de görüldüğü gibi öğretmen adaylarının % 10 (n=2) u 4 puan almışlardır. Bu öğretmen adayları problemi anlama ve değişken seçme aşamalarından tam puan aldıkları Ek 5 te Tablo 5 te görülmektedir. Bu öğretmen adayları değişkenleri doğru belirlemelerine rağmen model oluşturma aşamasında başarılı olamamışlardır. Bu öğretmen adaylarından Hiçbirşey rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm Şekil 28 de yer almaktadır:



Şekil 28: Hiçbirşey rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm

Bu sorudan önce öğretmen adayları matematiksel modelleme hakkında bilgi sahibi olamamalarına karşın bu öğretmen adaylarının problem çözme bilgilerinde eksiklik olduğu söylenebilir.

Bu soruda Tablo 8 de görüldüğü gibi öğretmen adaylarının %80 (n=17) ni 8 puan almışlardır. Ek 5 te Tablo 5 ten problemi anlama, değişkenleri seçme, modeli kurma ve matematiksel problemi çözme aşamalarından tam puan aldıkları görülmektedir. Matematiksel modelleme hakkında herhangi bir şey bilmeden gerçek hayata yorumlama aşaması haricinde matematiksel modelleme becerisine sahip oldukları söylenebilir.

Son matematiksel modelleme beceri testinde yer alan 1. soru boyutsal analiz modelleme ile ilgili bir sorudur. Öğretmen adaylarına uygulanan son matematiksel modelleme beceri testinin ilk sorusu “Boru içindeki suyun durgun akışı” idi.

Tablo 9: Son M. M. B. T. de Yer Alan "Boru içindeki suyun durgun akışı" Sorusuna İlişkin A. D. P. A. ya İlişkin Bulgular

PUAN	n	%
7	9	43
8	12	57

Tablo 9 da görüldüğü gibi öğretmen adaylarının % 43 (n=9) i boyutsal analiz modelleme ile ilgili bu soruda analitik dereceli puanlama anahtarına göre 7 puan almışlardır. Bu öğretmen adayları problemi anlama, değişkenleri seçme, modeli kurma aşamalarından tam puan almalarına rağmen matematiksel problem çözme aşamasında işlem hatası yaptıkları için 1 puan almışlardır. Patron rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm Şekil 29 da yer almaktadır:

$$\Rightarrow \rho = \mu \cdot d^{-3} \cdot \phi$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{\mu \phi}{d^3} \text{ olarak bulunur.}$$

Şekil 29: Patron rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm

Patron rumuzlu öğretmen adayının çözümde k değişkenini kullanmadığı için problem çözme aşamasından 1 puan aldığını söyleyebiliriz.

Öğretmen adaylarının ön matematiksel modelleme beceri testinde tam sonuca ulaşanların oranının son matematiksel modelleme beceri testine göre daha fazla olmasına rağmen boyutsal analiz modelleme hakkında bilgi sahibi olmadan önceki bilgilerine dayanarak soruyu çözdükleri ifade edilmişti. Ancak bu öğretmen

adaylarının hepsi son matematiksel modelleme beceri testinde boyutsal analiz modelleme ile ilgili öğrendikleri bilgileri kullanarak bu soruyu çözmüşlerdir.

Tablo 9 da son matematiksel modelleme beceri testinde yer alan boyutsal analiz modelleme ile ilgili soruda öğretmen adaylarının çoğunluğunun tam puan alması ve diğerlerinin de tam puana çok yakın puanlar alması boyutsal analiz modellemeyi anladıklarını göstermektedir.

Maab (2007) çalışmasında olduğu gibi öğretmen adaylarının çoğunluğu modellemeye çalışmışlardır.

Tablo 9 da görüldüğü gibi işlem hatası yapan öğretmen adayları 9 tanedir. Bu öğretmen adayları Ek 6 da Tablo 6 da görüldüğü gibi gerçek hayata yorumlama aşamasından 0 puan almışlardır.

Bu sorudan öğretmen adaylarının % 57 (n=12) si 8 puan almışlardır. Gerçek hayata yorumlama aşaması haricinde diğer aşamalardan tam puan almışlardır. Mavi rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm Şekil 30 da yer almaktadır:

0 halde, formül

$$p = k \cdot M \cdot d^{-3} \cdot Q \quad \text{bulunur.}$$

$$p = k \cdot \frac{M \cdot Q}{d^3}$$

Şekil 30: Mavi rumuzlu öğretmen adayına ait cevap kağıdından bir bölüm

Yukarıda da görüldüğü gibi bu cevap kağıdına ait öğretmen adayı çözüme ulaşmıştır. Ancak gerçek hayata yorumlamamıştır.

Bu soruda öğretmen adaylarının Polya'nın (1957) problem çözme aşamalarında yer alan aşamaları uygulamaya çalıştıkları söylenebilir.

Bu soruda öğrencilerin tamamı Galbraith, Stillman, Brown ve Edwards (2007) tarafından yapılan çalışmada olduğu gibi yorumlama aşamasında zorlanmışlardır.

Boyutsal analiz modelleme ile ilgili ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan soruya göre burada 8 puan alan öğretmen adayı sayısı daha azdır. Ancak öğretmen adaylarının hepsi boyutsal analiz modellemeyi kullandıkları için bu soru için modelleme becerilerine sahip oldukları söylenebilir.

4.1.4 Matematiksel Modellemenin Tanımı İle İlgili Bulgular ve Yorumlar

Çalışmanın 1. alt problemi “Matematiksel modelleme ile ilgili öğretim gören öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili bilgi ve becerileri nasıl değişmiştir?” idi.

Aşağıda öğretmen adayları ile yapılan görüşmelerde sorulan her bir soru tek tek ele alınarak yapılan analizle ilgili bulgular ve yorumlar verilecektir. Görüşmeler analiz edilirken fenomenografik yöntemden yararlanılacaktır. Bunun için de her bir soru için tablo hazırlanmış olup, bunların yorumları yer almaktadır. Aşağıda yer alan tablolarda ön ve son görüşmede yer alan sorular birinci alt probleme göre düzenlenmiştir. O yüzden soru numaraları ardışık olarak yer almamaktadır. Önce ön görüşmede yer alan soru ve daha sonra da son görüşmede o soruya paralel olan sorular yerleştirilmiştir.

Ön görüşmede yer alan 1.soru : “Matematiksel modelleme” ifadesinden ne anlıyorsunuz? Bu ifadeyi daha önce duydunuz mu?

Bu soru ile ilgili cevapların analizi Tablo 10 da verilmektedir.

Tablo 10: Ön Görüşmede Yer Alan 1. Soruda “Matematiksel Modelleme” İfadesine Verilen Cevapların Analizi

Cevap kategorileri	Öğrencilerin açıklamaları
Matematiksel olarak ifade etmek.	✓ Herhangi bir konu, herhangi bir soru hakkında, onu matematiksel işlemlerle, matematiksel ifadelerle çözmek. Ya da matematiksel ifade ile ifade etmek. (1) ✓ Bir matematiksel ifadeyi zihnimde canlandırabilme şekli. (2) ✓ Her an karşılaştığımız bir şeyi, her an karşılaştığımız bir problemi, bir olayı matematikte bir kalıba oturtmak. (3)
Formül elde etmek.	✓ Matematiksel bir problemin, daha çok mesela günlük hayattaki veya olmak zorunda da değil, bir çözüme oturtulması. Matematiksel metotlarla bir çözüme oturtulması. Problemin çözümü için bir formül bulmak. (4)
Grafik ya da denklem elde edip ona göre yorumlamak.	✓ Matematiksel bir teoriyi veya soruyu, önümüze somut olarak bir örneklendirme gibi bir şey olabilir. Mesela elimizde veriler var, bu verilerle ilgili bir denklem çıkarıp, bir grafik çıkarıp, o grafiğe dayanarak bir şeyler söylemem bir matematiksel modellemedir. (5)

Tablo 10 da görüldüğü üzere, matematiksel modellemeyi, ‘matematiksel olarak ifade etmek’, ‘formül elde etmek’, ‘grafik ya da denklem elde edip yorumlamak’ şeklinde tanımlamışlardır.

Öğretmen adayları ile görüşme yapılmadan önce onlara ön matematiksel modelleme beceri testinin uygulanması ve ön matematiksel modelleme beceri testinde matematiksel modelleme ile ilgili olarak soruların yer alması nedeniyle öğretmen adayları bu sorulardan yola çıkarak matematiksel modellemenin tanımını yapmaya çalıştıkları anlaşılmaktadır.

Spanier (1980) her denklemin bir matematiksel model olabileceğini belirtmektedir. Tablo 10 da görüldüğü gibi 4 numaralı öğretmen adayı matematiksel modellemeyi bir formül elde etmek olarak ifade etmektedir.

Burada öğretmen adaylarının tamamının De Corte, Verschaffel ve Greer’in (2000), Berry ve Houston’ın (1995) ya da Moscardini’nin (1989) tanımladığı gibi

“matematiksel modelleme” ifadesinin tanımını tam olarak ifade edemedikleri söylenebilir.

Öğretmen adaylarına rumuz kullanılarak uygulanan matematiksel modelleme görüş anketinde, 4 öğretmen adayı Samsun rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 6 öğretmen adayı İrfan rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 10 öğretmen adayı İnatçı rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. Free rumuzlu öğretmen adayının görüşü de aşağıdaki gibidir:

Matematikte kullandığımız soyut kavramlarla, günlük hayatta kullanılan somut objeler ve olaylara birebir eşleme yaparak konuyu daha anlaşılır hale getirmektedir (Samsun).

Matematiksel modelleme, bir sorunu çözmede matematikteki formülleri bahsedilen soruna uygulama olarak algılıyorum. Yani formülü özelleştirme bir nevi (İrfan).

Matematiksel modelleme, herhangi bir olay karşısında matematiksel bilgi ve becerileri kullanarak bir çözüm bulma ya da birer veri elde etmektir (İnatçı).

Matematiksel modelleme, karşılaşılan problemten çözüme ulaşmak yani var olan verilerden istenilen verilere ulaşmak için bu tipteki problemlerin çözümünü veren genel bir model oluşturmak demektir (Free).

Samsun rumuzlu öğretmen adayının, matematiksel modellemeyi, günlük hayatta karşılaşılan sorunlara matematiksel işlemler yoluyla çözüm getirme olarak ifade ettiği söylenebilir. Bunun için matematikte yer alan somut kavramlarla, günlük hayatta yer alan somut nesneler arasında ilişki kurmak ile modelleme yapabileceğini söyleyebiliriz.

İrfan rumuzlu öğretmen adayının, matematiksel modellemeyi, bir sorunu formüller yardımıyla çözmek olarak ifade ettiğini söyleyebiliriz. Spanier’in (1980)

de belirttiği gibi İrfan rumuzlu öğretmen adayı, bir formül ya da bir denklemin matematiksel model olabileceğini düşündüğünü söyleyebiliriz.

İnatçı rumuzlu öğretmen adayının, matematiksel modellemeyi, bir sorun karşısında matematiksel bilgi ve becerileri kullanarak bir veri elde etmek olarak ifade etmiştir. Berry ve Houston (1995) ve Moscardini'nin (1989) “matematiksel modelleme” nin tanımında belirttikleri gibi veri elde etmek ve çözüme ulaşmak için matematiksel bilgi ve beceri gerekmektedir. Ancak öğretmen adayı matematiksel modelleme süreci için gerekli diğer aşamalardan bahsetmemektedir. Bu öğretmen adayının bu aşamalar hakkında bilgisi olmadığını söyleyebiliriz. Ya da matematiksel modelleme için sadece bu aşamaların yeterli olduğunu düşündüğünü söyleyebiliriz.

Free rumuzlu öğretmen adayının, matematiksel modellemeyi, verilerden yola çıkarak çözüme ulaşmak için model oluşturmak olarak düşündüğünü söyleyebiliriz. Ancak bu öğretmen adayının model oluşturmak ifadesi ile ne söylemek istediği tam olarak anlaşılamamaktadır. Ancak çözüm için genel bir formül elde etmek olarak ifade ettiğini söyleyebiliriz. *İnatçı* rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği gibi *Free* rumuzlu öğretmen adayının da matematiksel modelleme aşamalarından verileri elde etmek ve formül oluşturmak düşüncesine sahip olduğunu söyleyebiliriz.

Matematiksel modellemenin tanımı öğretmen adaylarına verilmediği için öğretmen adayları ile yapılan ön ankette, bazı öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlara göre, matematiksel modellemenin tanımını tam olarak yapamadıklarını söyleyebiliriz. Öğretmen adayları genel olarak problem çözme olarak düşünüp ilk görüşmelerde yer alan 1. soruyu o şekilde yorumlamaya çalışmışlardır, diyebiliriz.

Öğretmen adaylarına matematiksel modelleme ifadesinden hiç bahsetmeden yapılan bu görüşmelerde onların bu ifadeyi daha önce duyup duymadıkları öğrenilmek istenmiştir. Bu soru ile ilgili cevapların analizi Tablo 11 de verilmektedir.

Tablo 11: Ön Görüşmede Yer Alan 1. Soruda “Bu ifadeyi daha önce duydunuz mu?” İfadesine Verilen Cevapların Analizi

Cevap kategorileri	Öğrencilerin açıklamaları
Daha önce duymak.	✓ Genel Matematik dersinde tanıştım. (1) ✓ Geometri ile tanıştım matematiksel modellemeye. (2)
Duymamak.	✓ Bu ifadeyi daha önce duymadım. (3) ✓ Daha önce duymadım. (4)
Modelleme olarak duymak.	✓ Hocamız matematiksel modellememi dedi hatırlamıyorum. (1) ✓ Model olarak duymuştum. (2) ✓ Modelleme olarak duydum. Biyolojide işte insan modeli var derlerdi. Üniversitede Fizik dersinde modeller çıkartmaya çalışıyorduk. (5)

“Matematiksel modelleme” ifadesini daha önce duyup duymadıkları sorusuna Tablo 11 de görüldüğü gibi 1, 2 ve 5 numaralı öğretmen adayları daha önce üniversitede Genel Matematik ve Geometri dersinde model olarak duyduklarını belirtmişlerdir. Ancak model mi yoksa matematiksel modelleme mi olarak duyduklarından emin olmadıkları görülmektedir. Bu da 1, 2 ve 5 numaralı öğretmen adayının matematiksel modelleme ile modelleme arasındaki farkı bilmediğini göstermektedir. Daha doğrusu matematiksel modellemenin sadece bir model olduğunu düşünmektedirler.

Bir öğretmen adayının bu soruyla ilgili görüşü şöyledir:

“Matematiksel modellemeyi daha önce duymuştum. Birinci sınıfta, üniversite 1 de elemanter geometri dersinde. İşte gözle görülür bir hale getirmek diye tanımlamıştım kendi içimde. Bir matematiksel ifadeyi zihnimde canlandırabilme şekli diye tanımlamıştım.” (2)

Bu yanıt üzerine görüşmeci, öğretmen adayının ders esnasında öğretmeni tarafından bu ifadeyi duyduğunu tekrarlamasını istemiştir. Öğretmen adayının görüşü şöyledir:

“Evet. Geometri. Zaten geometri biliyorsunuz matematiğin günlük hayata uygulanması gibi algılanabilir bir şekilde. İşte geometriyi anlatırken geometrilerin

modellemesini anlatıyordu hocamız. Matematiksel modelleme ilk orada geçti yani hayatımda. Geometri ile tanıştım matematiksel modellemeye.” (2)

2 numaralı öğretmen adayı, matematiksel modellemeyi, günlük hayatta matematiğin kullanılması, özellikle geometrik kavramların kullanılması şeklinde ifade etmektedir.

3 ve 4 numaralı öğretmen adayları da Tablo 11 de görüldüğü gibi bu ifade ile daha önce karşılaşmadıklarını ifade etmişlerdir.

Öğretmen adaylarının ifadelerinden anlaşıldığı gibi üç öğretmen adayının “matematiksel modelleme” ifadesini duymadığını, iki öğretmen adayının da duyduğundan emin olmadığını söyleyebiliriz.

Öğretmen adaylarına rumuz kullanılarak uygulanan matematiksel modelleme görüş anketinde, 2 öğretmen adayı Nats rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 6 öğretmen adayı Şimşek rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 2 öğretmen adayı Bordo rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 3 öğretmen adayı daha önce duymadıklarını ifade etmişlerdir. 8 öğretmen adayı ise duyup duymadıkları ile ilgili herhangi bir yanıt vermemiştir. Bazı öğretmen adaylarının bu soruya karşılık verdikleri yanıtlar aşağıdaki gibidir:

Daha önce farklı üniversitede okuyan arkadaşlarımdan duymuştum (Nats).

Daha önce duymuştum ama hatırlamıyorum (Şimşek).

Daha önce bu ifade ile ilgili örnekler duymadığımdan emin değilim (Bordo).

Nats rumuzlu öğretmen adayı daha önce farklı üniversitedeki arkadaşlarından duyduğunu belirtmiştir. Bu öğretmen adayının “matematiksel modelleme” ile “modelleme” ifadelerini birbirine karıştırmadığını söyleyebiliriz. Şimşek ve Bordo rumuzlu iki öğretmen adayının da duyduğunu hatırlamadıklarını belirtmişlerdir.

Ön görüşme ve ön matematiksel modelleme görüş anketi sonrasında öğretmen adaylarının “matematiksel modellemeyi” tanımlayamadıkları, “matematiksel modelleme” ifadesi ile ilgili pek bilgilerinin olmadığını söyleyebiliriz.

Son görüşmede yer alan 1.Soru : “Matematiksel modelleme” ifadesinden ne anladığınızı açıklayınız. “Matematiksel modelleme” ile ilgili örnekler veriniz.

Bu soru ile ilgili cevapların analizi Tablo 12 de verilmektedir.

Tablo 12: Son Görüşmede Yer Alan 1. Soruda “Matematiksel modelleme ifadesinden ne anladığınızı açıklayınız” ifadesine Verilen Cevapların Analizi

Cevap kategorileri	Öğrencilerin açıklamaları
Matematiksel modelleme bir bağıntı, bir denklem, bir formüldür.	✓ Matematiksel modelleme, bir sorunun çözümünü matematiksel ifadelerle veren bağıntı, denklem gibi şeylerdir. (1) ✓ Günlük hayatta karşımıza çıkan problemlerin bir matematiksel denkleme oturtulması olarak anladım dersten sonra. Karşılaşılan problemleri matematiksel dile, denkleme dökme olarak anladım. (2) ✓ Bir soruyu çözerken izlediğimiz aşamalar değil de sonuçta ulaşmak istediğimiz formüldür. (3) ✓ Belli bir problem karşısında o sorunun basit, anlaşılır somut bir şekilde çözülebilmesi için gerekli olan veriler ve bunlarla oluşturulan şeylerdir. Formül olabilir. (5)
Matematiksel bilgi ve becerileri kullanmaktır.	✓ Matematiksel modelleme, günlük hayat problemlerini çözmede matematiksel bilgi ve becerilerimizi kullanmaktır. (4)

Tablo 12 incelendiğinde 1, 2, 3 ve 5 numaralı öğretmen adaylarının “matematiksel modelleme” ifadesine bir formül, bir denklem ya da bir bağıntıdır şeklinde cevap verdikleri gözlenmektedir.

Öğretmen adayları ile yapılan son görüşmede de 1, 2, 3 ve 5 numaralı öğretmen adayları bir denklem ya da bir formül bulduklarında sonuca ulaşmış oluyorlar. Buldukları çözümü gerçek hayata yorumlamaya gerek görmemektedirler,

diyebiliriz. 3 numaralı öğretmen adayı düşüncesini aşağıdaki şekilde ifade etmektedir:

“Şimdi ben matematiksel modellemekten, bir soruyu çözerken izlediğimiz aşamalar değil de, sonuçta ulaşmak istediğimiz bir formül olarak anlıyorum. O bulduğumuz sonuç benim matematiksel modelimdir diye düşünüyorum. Hani formül niteliğindeki o sonuç. Soruda benden ne istiyorsa en sonunda bulduğum şey benim matematiksel modellememdir diyorum. Yani bir formül tipinde bir şey buluyorsam o benim matematiksel modellememdir diyorum.”(3)

Burada 3 numaralı öğretmen adayının matematiksel modelleme yerine matematiksel modeli ifade etmeye çalıştığını söyleyebiliriz. 3 numaralı öğretmen adayı, uygulama sonunda böyle bir soru ile karşılaşmış olmasına rağmen matematiksel modellemenin tanımını, matematiksel modelleme aşamalarını ifade edememektedir.

2 numaralı öğretmen adayı tanımı tam olarak ifade edemese de ön görüşmemizde bu soruya karşılık yanıt verirken matematiksel modellemenin bir model olduğunu belirtmişti. Ancak araştırma sürecinin sonunda matematiksel modelleme ile modelleme arasındaki farkı ayırt edebildiğini şöyle ifade etmektedir:

“Dersten önce çeşitli şekilleri, mesela geometrik şekilleri bir modelleme olarak da düşünmüştüm, ben matematiksel modellemeyi bir modellemesini çıkarabilmek... Ama dersten sonra karşılaşılan problemleri matematiksel dile, denkleme dökme olarak anladım. Hani matematiksel modelleme denklemmiş diye anladım.”(2)

Spanier’in (1980) ifade ettiği gibi bir problemde yer alan her çeşit denklem bir matematiksel modeldir. 2 numaralı öğretmen adayı da Spanier’in (1980) ifade ettiği gibi matematiksel modellemenin bir denklem olduğunu düşünmektedir. Ancak bu öğretmen adayının da matematiksel modelleme aşamalarını ifade edemediği açıkça görülmektedir.

Ön görüşmede 1, 2 ve 3 numaralı öğretmen adayları bu soruya matematiksel olarak ifade etmek şeklinde yanıtlamışlardır. Uygulamanın sonunda ise Spanier'in (1980) ifade ettiği gibi matematiksel modelleme, bir formül, bir denklem ya da bir bağıntıdır şeklinde cevap vermişlerdir.

4 numaralı öğretmen adayının ifadesinde sadece matematiksel bilgi ve becerilerin kullanılması yer almaktadır. Matematiksel modellemenin aşamalarından bahsetmediği görülmektedir. Tablo 12 de görüldüğü gibi bu öğretmen adayı ön görüşmede matematiksel modellemeyi bir formül elde etmek olarak belirtmiştir. Ancak son görüşmede bu ifadesine yer vermediğini söyleyebiliriz. Buradan 4 numaralı öğretmen adayının uygulamanın sonunda matematiksel modelleme hakkında edindiği bilgileri ifade edemediğini söyleyebiliriz.

Tablo 10 da görüldüğü gibi 5 numaralı öğretmen adayı da ön görüşmede “matematiksel modellemeyi” denklem ya da bir grafik elde ederek yorum yapmak olarak ifade etmiştir. Son görüşmede de bir formül olarak ifade etmektedir. 5 numaralı öğretmen adayı da matematiksel modelleme aşamalarından bahsetmemektedir. Spanier'in (1980) matematiksel model olarak belirttiği bir formülün matematiksel modelleme olduğunu ifade etmektedir.

Öğretmen adayları çoğunlukla başarı testlerinde matematiksel modelleme ile ilgili soruları çözmelerine rağmen bu ifadeyi tam olarak anlatamamaktadırlar. Gerçi öğretmen adayları başarı testlerinde yer alan sorularda matematiksel modelleme aşamalarını tam olarak yerine getirememişlerdir. Örneğin sorunun çözümüne ulaşmalarına rağmen yorumlama yapamadıkları için analitik dereceli puanlama anahtarına göre tam puan alamamışlardır.

Öğretmen adaylarına rumuz kullanılarak uygulanan son matematiksel modelleme görüş anketinde, 4 öğretmen adayı İrfan rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 7 öğretmen adayı İnatçı rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 9 öğretmen adayı Free rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. Samsun rumuzlu

öğretmen adayının görüşü de aşağıdaki gibidir. Bazı öğretmen adaylarının bu soruya karşılık verdikleri yanıtlar aşağıdaki gibidir:

Karşımıza çıkan günlük hayattaki problemleri birebir eşlemelerle formüle edip, matematik dilinde problemin çözümünü bulup tekrar günlük hayata yorumlanmasıdır (Samsun).

Matematiksel modelleme ifadesinden, özellikle bilimsel araştırmalarda elde bulunan verilerle geleceğe yönelik bilgi, ihtiyaç, meydana gelecek durum elde edileceğini anlıyorum (İrfan).

Herhangi bir problem için matematiksel bilgi ve becerileri kullanarak çözüm bulmaya matematiksel modelleme denir (İnatçı).

Karşımıza çıkan problemlerin matematiksel ifadelerle çözümünü veren her şey model olabilir. Formül, grafik gibi (Free).

Samsun rumuzlu öğretmen adayı, ön matematiksel modelleme görüş anketinde, bu soruya karşılık olarak, matematiği günlük hayatta karşılaşılan somut objelere eşleştirmek olarak ifade etmiştir. Uygulamanın sonunda son ankette yine birebir eşlemelerden bahsetmektedir. Böylece düşüncesinde farklılık olmadığı söylenebilir.

İrfan rumuzlu öğretmen adayı ön ankette bir formül olarak ifade etmiştir. Ancak son ankette ise başarı testlerinden yola çıkarak gelecekle ilgili bir durumu bulmaya yardımcı bir yöntem olarak ifade ettiği söylenebilir.

İnatçı rumuzlu öğretmen adayının ön matematiksel modelleme görüş anketinde verdiği yanıt ile son matematiksel modelleme görüş anketinde verdiği yanıt aynıdır. Bu öğretmen adayı için de uygulama sonrasında “matematiksel modelleme” ifadesini anlamasında bir fark olmadığı söylenebilir.

Aynı şekilde *Free* rumuzlu öğretmen adayının da “matematiksel modelleme ifadesine karşılık olarak verdiği yanıtta bir değişiklik olmamıştır.

Görüşmelerde ve anketlerde öğretmen adaylarının “matematiksel modelleme” yi De Corte, Verschaffel ve Greer (2000) in, Berry ve Houston’ın (1995) ya da Moscardini’nin (1989) ifade ettikleri şekilde tam olarak belirtmedikleri söylenebilir.

Yukarıda adı geçen araştırmacılar matematiksel modellemenin tanımını yaparken matematiksel modellemenin aşamalarından bahsetmektedirler. Matematiksel modelleme olabilmesi için tanımlarda da belirtildiği gibi, problemi anlama, değişkenleri seçme, model oluşturma, problemi çözme ve gerçek hayata yorumlama aşamalarının yer aldığı bir süreç oluşması gerekmektedir. Ancak öğretmen adayları kendilerine uygulanan son başarı testinde gerçek hayata yorumla dışında genellikle diğer aşamaları yerine getirmişlerdir. Ancak matematiksel modelleme nedir diye sorduğumuzda bunu ifade edemediklerini söyleyebiliriz. Hem 21 kişiye yapılan ankette, hem de 5 kişi ile yapılan yüzü yüze görüşmelerde bu tanımları dile getirememişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yerine matematiksel modeli anlatmaya çalıştıklarını söyleyebiliriz.

Bu soru ile ilgili cevapların analizi Tablo 13 te verilmektedir.

Tablo 13: Son Görüşmede Yer Alan 1. Soruda “Matematiksel modelleme ile ilgili örnekler veriniz” ifadesine Verilen Cevapların Analizi

Cevap kategorileri	Öğrencilerin açıklamaları
Günlük hayattan örnekler	✓ Nüfus artışı, küresel ısınma, hız değişimi hepsi örnek olarak verilebilir. (1) ✓ Mesela trafik lambası nereye konur sorusu. (3) ✓ Mesela nüfus tahminleri veya şu anki durumu belli bir zaman sonra veya gelecekteki durumu tahmin etmek için model oluşturma gibi şeyler en genel anlamıyla. (4)
Fizik ile ilgili örnekler	✓ Fizikte gördüğümüz birçok denklem mesela ışığın kırılması denklemi. Topun havadaki atış hareketi, suyun akış hızı. (2)
Bilgisayar ile ilgili örnekler	✓ Hareketli bir şey, bilgisayarla yapabilirsiniz bunu. İşte bilgisayarda animasyonlar yapılabilir. (5)

Tablo 13 te görüldüğü gibi öğretmen adaylarından matematiksel modelleme ile ilgili örnek vermeleri istendiğinde çoğunluğu kendilerine uygulanan ön ve son matematiksel modelleme beceri testleri ile uygulama sürecinde yer alan soruları örnek olarak göstermektedirler.

5 numaralı öğretmen adayı matematiksel modellemenin bir formül ya da bir denklem olduğu konusunda 1, 2 ve 3 numaralı öğretmen adayı ile aynı görüşte olmasına rağmen onlardan daha farklı örnekler vermektedir. Ona göre bilgisayar aracılığıyla yapılan animasyonlar matematiksel modellemeye bir örnektir ve bunu aşağıdaki gibi ifade etmektedir:

“Şimdi derslerde de yapmıştık. Matematiksel modelleme ile ilgili bir çok soru yaptık. Bunun hakkında ben, belli bir problem karşısında o sorunun basit, anlaşılır, somut bir şekilde çözülebilmesi için gerekli olan veriler ve bunlarla oluşturulan şeyler. Formül olabilir, başka o soruya göre soru ile ilgili olan şeyler; nesne, onu anlatan bir şey, hareketli bir şey, bilgisayarla yapabilirsiniz bunu. İşte bilgisayarda animasyonlar yapılabilir. Bunu anlatan bir bütün diyebilirim modelleme ile ilgili olarak.”(5)

Görüşme sonunda sadece 2 ve 5 numaralı öğretmen adayları ön ve son matematiksel modelleme beceri testleri ile uygulama süresince sorulan sorulardan farklı örnekler vermişlerdir. Öğretmen adaylarının bu çalışmada matematiksel modelleme ile karşılaştıklarından dolayı uygulama dışında herhangi bir yorum getiremedikleri söylenebilir. Caron ve Belair’in (2007) ifade ettiği gibi tek ders ile öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili bilgilerinin geliştirilmesinin zor olduğu söylenebilir.

Öğretmen adaylarına rumuz kullanılarak uygulanan son matematiksel modelleme görüş anketinde, 10 öğretmen adayı Samsun rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 7 öğretmen adayı İnatçı rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 4 öğretmen adayı Neşe

rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. Bazı öğretmen adaylarının bu soruya karşılık verdikleri yanıtlar aşağıdaki gibidir:

Örneğin kuş nüfusunu modellerken önce matematik diline çevirdik. Sonra tekrar yorumladık (Samsun).

Matematiksel modellemeye örnek olarak günlük hayatta her yerde verebiliriz. Köprü, üstgeçit yapımları buna örnek olabilir (İnatçı).

Gerçek hayatta matematiği kullanmak, gerçek hayat problemlerine matematiksel bir çözüm bulmak bence matematiksel modelleme. Örneğin kimya ile ilgili veya astronomi ile ilgili problemlerde matematik kullanılır. Örneğin şu andaki kanserli hasta sayısı verilerek gelecek 10 yılda bu sayı kaçta ulaşacaktır (Neşe).

Samsun rumuzlu öğretmen adayının uygulamada yer alan sorudan örnek verdiği görülmektedir. *İnatçı* ve *Neşe* rumuzlu öğretmen adaylarının daha genel biçimde matematiksel modellemeyi anladıklarını ve farklı örnekler oluşturabildiklerini söyleyebiliriz.

Son matematiksel modelleme görüş anketinde ve son görüşmede öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili olarak çoğunluğunun karşılaştıkları sorularda örnekler verdiğini söyleyebiliriz. Matematiksel modelleme ile ilk defa karşılaşan, matematiksel modelleme ile ilgili ilk defa sorularla karşılaşan bu öğretmen adaylarının karşılaştıkları sorulardan örnekler vermesi olağandır diye düşünebiliriz. Ayrıca görüşmeler sırasında iki öğretmen adayı karşılaşmadığı sorulardan örnekler vermişlerdir. Bu öğretmen adayları için matematiksel modelleme ile ilgili nasıl örnekler olabileceğini öğrendiklerini söyleyebiliriz.

Son görüşmede yer alan 2. Soru: “Matematiksel modelleme” ifadesini bu dersten önce duymuş muydunuz? Eğer duymuşsanız nerede duyduğunuzu açıklayınız.

Bu soru ile ilgili cevapların analizi Tablo 14 te verilmektedir.

Tablo 14: Son Görüşmede Yer Alan 2. Soruda “Matematiksel modelleme ifadesini bu dersten önce duymuş muydunuz? Eğer duymuşsanız nerede duyduğunuzu açıklayınız” ifadesine Verilen Cevapların Analizi

Cevap kategorileri	Öğrencilerin açıklamaları
Daha önce duymadım.	✓ Matematiksel modelleme ifadesini duymamıştım. Hatırlamıyorum. (1) ✓ Duymamıştım. (3) ✓ Hayır hiç duymadım. İlk defa bu derste duydum. (4)
Modelleme olarak duydum.	✓ Elemanter geometri dersinde duymuştuk. Orada bize geometrik modellemeyi anlatıyormuş demek hocamız. Yani matematiksel modellemeyi tam olarak bu derste gördüm. (2) ✓ Matematiksel modelleme olarak tam olarak duymadım. Modelleme diyordu hocamız. (5)

Bu soruya karşılık Tablo 11 de görüldüğü gibi ön görüşmede 1 numaralı öğretmen adayı Genel Matematik dersinde modelleme ile tanıştığını, ancak öğretmeni tarafından matematiksel modelleme ifadesini kullanılıp kullanılmadığını hatırlamadığını belirtmektedir. Tablo 14 e bakıldığında 1 numaralı öğretmen adayına son görüşmede aynı soru sorulduğunda matematiksel modelleme ifadesini daha önce duymadığını belirtmektedir. Öğretmen adayının modelleme ile matematiksel modelleme arasındaki farkı ayırt ettiğini göstermektedir.

3 ve 4 numaralı öğretmen adayları ön görüşmede olduğu gibi son görüşmede de bu ifadeyi daha önce duymadıklarını belirtmektedirler.

2 ve 5 numaralı öğretmen adayları ön görüşmede bu ifadeyi model ya da modelleme olarak duyduklarını belirtmişlerdi. Tablo 14 incelendiğinde son görüşmede de daha önce model olarak duyduklarını belirtmektedirler. Ön görüşmede daha önce matematiksel modellemeye geometri dersinde tanıştığını belirten 2 numaralı öğretmen adayı ikinci görüşmede şöyle ifade etmektedir:

“Elemanter geometri dersinde duymuştuk. Hocamız orada bize geometrik modellemeyi anlatıyormuş demek. Yani matematiksel modelleme ya da denklem

olarak vermedi bize. Şekiller çizerdi, bu şekil bir modeldir derdi, geometri için bir modeldir. Sonra bu derste duydum.”(2)

Öğrencilerle yapılan görüşmelerde matematiksel modelleme ifadesini daha önce duymadıklarını belirtmişlerdir. Aris ve Penn’in (1980) de ifade ettiği gibi görüşmeye katılan öğretmen adayları için de matematiksel modellemeyi araştırma sonunda fark ettikleri söylenebilir.

Öğretmen adaylarına rumuz kullanılarak uygulanan son matematiksel modelleme görüş anketinde, 2 öğretmen adayı Nats rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 4 öğretmen adayı Şimşek rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 7 öğretmen adayı Bordo rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 8 öğretmen adayı ise daha önce bu ifadeyi duymadıklarını belirtmişlerdir. Bazı öğretmen adaylarının bu soruya ilişkin görüşleri aşağıdaki gibidir:

Üst sınıftaki arkadaşlardan duyduğumu anımsıyor gibiyim (Nats).

Duyduğumu hatırlamıyorum (Şimşek).

Sanırım geçen yılki derslerde ismini duymuştum. Fakat başka bir şeyle karıştırıyor olabilirim. Hatırlamıyorum (Bordo).

Ön matematiksel modelleme görüş anketinde Nats rumuzlu öğretmen adayı farklı üniversitedeki arkadaşlarından duyduğunu ifade etmişti. Son görüşmede ise üst sınıftaki arkadaşlarından duyduğunu belirtmektedir. Şimşek ve Bordo rumuzlu öğretmen adayları daha önceki ifadelerinde de duyduğunu hatırlamadıklarını belirtmişlerdi.

Görüşmelerde ve matematiksel modelleme görüş anketinde öğretmen adaylarının genel olarak çalışma öncesi matematiksel modellemeyi duymadıklarını söyleyebiliriz. Öğretmen adaylarına uygulanan ön matematiksel modelleme beceri testinde de öğretmen adaylarının modelleme çeşitlerinden deneysel modelleme, teorik modelleme ve boyutsal analiz modelleme ile ilgili soruları daha önceki

bilgilerine dayanarak çözdükleri görülmektedir. Böylece öğretmen adaylarının uygulama öncesi matematiksel modelleme ile ve onunla ilgili örnekler ile karşılaşmadıklarını söyleyebiliriz.

Ön görüşmede yer alan 2.soru: Gerçek hayat problemi denildiğinde ne anlıyorsunuz? Daha önce matematiksel bilgi ve becerileri kullanarak bir gerçek hayat problemi çözdünüz mü? Bu çözüm işinize yaradı mı?

Bu soru ile ilgili cevapların analizi Tablo 15 te verilmektedir.

Tablo 15: Ön Görüşmede Yer Alan 2. Soruda “Gerçek hayat problemi denildiğinde ne anlıyorsunuz?” İfadesine Verilen Cevapların Analizi

Cevap kategorileri	Öğrencilerin açıklamaları
Alışveriş sırasında hesap yapmak.	✓ Hayatta kullanabildiğimiz, kullandığımız tüm problemler gerçek hayat problemi olabilir. Yani en basitinden bir marketten bir şeyler alıp, para verip, üstünü almak. (1)
Karşılaşılan sorunlar.	✓ Karşılaştığım herhangi bir sorunda, hayat içinde, günlük hayatta karşılaştığım herhangi bir sorunda o sorunu çözebilmek. O sorundur yani gerçek hayat problemi. (2) ✓ Bizim gerçekten hayatta karşımıza çıkan bir problem ve bunu bir matematiksel model kuruyorsunuz burada. Bu matematiksel modele çözüm üretmeye çalışıyorsunuz. (3) ✓ Günlük yaşamda, mesela ileride karşımıza dünya ile ilgili olarak veya bizim hayatımızla ilgili karşımıza çıkabilecek sorunlar. (4) ✓ Hayatta yaşarken önümüze çıkan problem olabilir. (5)

Tablo 15 te incelendiği gibi, 2. soruda öğretmen adaylarından daha önce bir “gerçek hayat problemi” ifadesinden ne anladıkları ve daha önce çözüp çözmedikleri öğrenilmek istenmiştir. Bu soruyu sormadan önce öğretmen adaylarına gerçek hayat problemi ile ilgili hiçbir şey söylenmemiştir.

Anker'in (1989) ifade ettiği gibi 1 numaralı öğretmen adayı için bir gerçek hayat problemi, marketten satın aldığı bir mal için hesap yapmaktır. Hayat boyu karşılaşılabilecek tüm problemlerdir. Bir örnekle aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Örneğın bir şehre benzin istasyonu nereye kurulabilir? Bir şehirde bir sürü kamu hizmeti verilen yer var. Onların araçları için o benzin istasyonu nereye kurulabilir?”(1)

1 numaralı öğretmen adayı, yukarıda da ifade ettiği gibi günlük hayatta karşılaşılabilecek sorunlardan bahsetmektedir. Berry ve Houston'ın (1995) ifade ettiği gibi gerçek hayat problemi, gerçek hayatta karşılaşılan problemlerdir. Böylece öğretmen adayının gerçek hayat problemi ifadesini doğru olarak ifade ettiğini söyleyebiliriz.

2 ve 5 numaralı öğretmen adayları için bir gerçek hayat problemi, geek hayatta sadece kendilerinin karşılaştıkları bir problemdir. 2 numaralı öğretmen adayına göre kendisinin içinde yer almadığı bir sorunu çözmek onun için bir gerçek hayat problemi değildir. Aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir:

“...hesap yapıp özölebilen türden bir problem değıl. Yani benim için belki başkaları öyle anlayabilir de. Karşılaştığım herhangi bir sorunda, hayat içinde, günlük hayatta karşılaştığım herhangi bir sorunda, o sorunu özebilmektir. İşlem yapıp özölebilmiş bir problem değıl. Örneğın bir aracın şu kadar mesafedeki harcadığı benzinle oran orantı kurup, şu kadar mesafede ne kadar harcaması benim için bir gerçek hayat problemi değıl. Ama örneğın karşılaştığım herhangi bir duygusal problemde bile, matematiksel düşünceyi kullanabilmektir, benim için gerçek hayat problemi.”(2)

“Örneğın, arkadaşla tavla oynuyoruz. Çift zar atıldığında sayıların toplamının kaç gelmesi olasılığı gibi bir şey var. Siz belki açık vereceksiniz. O taşı nereye koyabileceğim diye bir şey varsa eğer, o olasılığa dayanarak seçim yapabilirim. Tavlayı kazanmada bu bana faydalı olabilir, diye düşünmüştüm. Daha sonra evde yemek yapımı var. Yemek yapımında benim ilk öğrendiğim şey, benim

pirinç pilavı yapmaktı. 1 e 2 derler. İşte 1 bardak pirince 2 bardak su derler. Bu da bir matematiksel modellemedir. 3 bardak koyacaksam, eğer çok misafirim geleceksen, 6 bardak su koyarım. Bu da bir matematiksel işlem. Hayatta alışverişe gidiyoruz. Yani cebimde kaç liram olduğunu biliyorum, ona göre alışveriş yapıyorum, yani toplama, çıkartma, dört işlem kolay matematikte onu yapıyoruz.”(5)

2 ve 5 numaralı öğretmen adayları Berry ve Houston’ın (1995) ifade ettiği gibi gerçek hayatta karşılarına çıkabilecek sorunlar olarak ele almışlardır. Ancak sadece kendilerinin karşılaşılabileceği değil herhangi birinin karşısına çıkabilecek bir sorun olduğunu ifade edememişlerdir. Bu öğretmen adaylarının daha genel düşünmeleri gerektiğini söyleyebiliriz.

Görüşme esnasında 3 numaralı öğretmen adayı gerçek hayat problemi ifadesini tam olarak anlayamadığını belirtmiştir. Alışveriş sırasında yaptığı hesabın da gerçek hayat problemi olup olmadığını görüşmeciye sormuştur, ancak görüşme kuralları gereğince görüşmeciden bir bilgi alamamıştır. Tablo 15 te görüldüğü gibi 3 numaralı öğretmen adayı bir matematiksel modelleme ile çözülebilecek her sorunun bir gerçek hayat problemi olduğu görüşündedir. Görüşme öncesinde öğretmen adaylarına uygulanan ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan “Trafik Lambası” sorusunu göz önüne alarak bu soru ile ilgili görüşünü aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Gerçek hayat problemi olur mu diye düşündüm işte o bakkal problemlerinde, gerçekten de hayatımızda karşımıza çıkan bir problemde matematiği kullanarak çözüyoruz. Aslında o bakkal hesapları bile bir gerçek hayat problemi olması gerekiyor bence. Ama asıl gerçek hayat problemleri hani mesela buraya trafik lambasını koyar mıyız, koymaz mıyız? Bizim gerçekten hayatta karşımıza çıkan bir problem ve bunu bir matematiksel bir model kuruyorsunuz burada. Bu matematiksel modele çözüm üretmeye çalışıyorsunuz. Aslında gerçek hayat problemleri bu şekilde bir problem olur diye düşünüyorum ben. Ama bakkal hesapları veya günlük kendimizin yaptığı mesela üç kalem alacağım, üç tane hani arkadaşşıma üç kalem alacağım, üç tane de silgi alayım gibi bu tarz ufak şeyler de bu matematiksel...gerçek hayat probleminin temelini oluşturuyor bence. En geniş

anlamda trafik lambası problemi gibi problemler gerçek hayat problemleridir en geniş anlamda. Ama diğerleri de olur değil mi hocam? Çünkü baya düşününce herhalde olması gerekiyor.” (3)

3 numaralı öğretmen adayının, yukarıda ifade ettiği gibi gerçek hayatta karşısına çıkabilecek bir problemin, gerçek hayat problemi olup olmadığından emin olmadığını söyleyebiliriz. Bu öğretmen adayının, ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan sorulardan dolayı emin olamadığını söyleyebiliriz. Sadece o tarz soruların mı gerçek hayat problemi olması gerektiğini anlayamamış durumdadır, diye yorumlayabiliriz.

4 numaralı öğretmen adayı da onlara uygulanan ön matematiksel modelleme beceri testinin etkisinde kalarak, bu soruyu aşağıdaki gibi yanıtlamıştır.

“Bence sizin sorduğunuz gibi yani günlük yaşamda mesela ileride karşımıza dünya ile ilgili veya bizim hayatımızla ilgili karşımıza çıkabilecek sorunlar, dünyanın jeolojik yapısı veya atmosferi veya bir takım yerlerin inşa edilmesi acaba uygun mu değil mi, bu tip bizim yaşamımızı kolay yönde etkileyecek bir takım şeyleri yapmak için karşımıza bir takım problemler çıkıyor. Biz de bunları yapmak için çözüm yöntemleri araştırıyoruz. Bu tip şeyler...” (4)

4 numaralı öğretmen adayı, hem kendisinin karşısına çıkabilecek hem de günlük hayatta karşılaşılabilecek sorunlar olarak ele almıştır. Bu öğretmen adayının da Berry ve Houston’ın (1995) ifade ettiği gibi, 1 numaralı öğretmen adayının da belirttiği gibi yorumladığını söyleyebiliriz. Öğretmen adayının gerçek hayat problemi ifadesini doğru olarak anladığını söyleyebiliriz.

Bu soruda öğretmen adaylarının çoğunluğu Blum ve Niss’in (1989) da ifade ettiği gibi gerçek hayatta karşılaşılabilecek sorular olarak ele almışlardır, diyebiliriz.

Ön görüşmede yer alan 2.soru: Gerçek hayat problemi denildiğinde ne anlıyorsunuz? Daha önce matematiksel bilgi ve becerileri kullanarak bir gerçek hayat problemi çözdünüz mü? Bu çözüm işinize yaradı mı?

Bu soru ile ilgili cevapların analizi Tablo 16 da verilmektedir.

Tablo 16: Ön Görüşmede Yer Alan 2. Soruda “Daha önce matematiksel bilgi ve becerileri kullanarak bir gerçek hayat problemi çözdünüz mü? Bu çözüm işinize yaradı mı? ” ifadesine Verilen Cevapların Analizi

Cevap kategorileri	Öğrencilerin açıklamaları
Hatırlamamak.	✓ Çözdüğümü hatırlamıyorum, dikkat etmedim. (4)
Çözmek.	✓ Çözüm esnasında işime yaradı. (3) ✓ Dört işlem olarak işime yaradı. (5) ✓ Kesinlikle yarar. Matematiksel bilgi ve beceri olmadan zaten matematiksel modelleme yapamayız. (1)

Tablo 16 da görüldüğü gibi 2. soruda matematiksel bilgi ve becerileri kullanarak bir gerçek hayat problemi çözüp çözmedikleri ve bu çözümün işlerine yarayıp yaramadığı öğrenmek istenilmiştir. 1, 3 ve 5 numaralı öğretmen adayları kendilerine uygulanan ön matematiksel modelleme beceri testinde yanıtladıkları sorulardan yola çıkarak bu soruyu yanıtlamışlardır.

1 numaralı öğretmen adayı kesinlikle işine yaradığını belirtmektedir.

3 ve 5 numaralı öğretmen adayları işlem esnasında işlerine yaradığını, 5 numaralı öğretmen adayı sadece dört işlemi kullandığını belirtmiştir.

Öğretmen adaylarının ön matematiksel modelleme beceri testinde, sorulara verdikleri yanıtlara bakılınca, daha önceki bilgilerini kullanarak matematiksel modelleme çeşitlerinin çözüm yollarını uygulamadan matematiksel bilgi ve becerileriyle soruları çözdükleri gözlenmiştir. 1, 3 ve 5 numaralı öğretmen adayı için matematiksel bilgi ve becerilerini kullanmışlardır diyebiliriz.

Öğretmen adaylarına rumuz kullanılarak uygulanan ön matematiksel modelleme görüş anketinde, 3 öğretmen adayı İnatçı rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 4 öğretmen adayı Hiçbirşey rumuzlu

öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 4 öğretmen adayı Free rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 4 öğretmen adayı Bulmaca rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 3 öğretmen adayı Bahar ve Güneş rumuzlu öğretmen adaylarının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. Bazı öğretmen adaylarının görüşleri aşağıdaki gibidir:

Gerçek hayatta çözdüğümüz problemlerin hemen hemen hepsinde zaten matematiksel bilgi ve becerileri kullanıyoruz. Mesela yemek yaparken oran ve orantıdan yararlanırsınız (İnatçı).

Daha önce matematiksel bilgi ve becerilerini kullanarak günlük hayat problemleri çözdüm. Basit şeyler de olsa matematiği kullanarak, yani sayıları kullanarak problemlerimize çözüm bulmaya çalışıyoruz (Hiçbirşey).

Matematiksel bilgi ve beceri, hayatımın her safhasında problemlerimin çözümünde bana yardımcı olmuştur. Örneğin alışveriş, üniversite sınavı, program hazırlama, araç kullanma gibi (Free).

Galiba çözmüştüm. Yine galiba bir çözüm işime yaramıştı. Bir malın satış durumu hakkında gözlemsel bir model yapmam istenmişti. Ben de verileri kullanarak bir grafik çizmiştim. Bu grafiğe göre de malın satış durumu hakkında bilgi edinilebilmişti (Linyit).

Bunların en basitini, acele gitmemiz gereken bir yere yürüyerek mi yoksa otobüs bekleyerek mi daha çabuk ulaşacağımızı bulmada kullanıyorum (Patron).

Günlük hayatta ufak tefek şeylerde matematiksel olarak hesaplayıp düşündüğüm olmuştur. Alışverişte, zamanımı ayarlama vs...(Bulmaca).

Hayır (Bahar).

Çözmedim (Güneş).

Bazı öğretmen adaylarının bu soruya karşılık verdikleri yanıtlara göre *Bahar* ve *Güneş* rumuzlu öğretmen adayları daha önce çözmediklerini belirtmektedirler. *İnatçı*, *Hiçbirşey*, *Free*, *Linyit* ve *Patron* rumuzlu öğretmen adaylarının, bu soruları çözebilmek için matematiksel bilgi ve becerinin gerekliliğini bildiklerini söyleyebiliriz.

Yukarıda ifade edildiği gibi ön görüşmede ve ön matematiksel modelleme görüş anketinde bu soruya karşılık öğretmen adaylarının çoğunluğunun matematiksel işlemleri kullanarak onlara göre matematiksel modelleme ile ilgili örnekler çözdükleri görülmektedir. Buradan öğretmen adaylarının matematiksel modelleme için matematiksel işlemlerin gerekliliğini anladıklarını söyleyebiliriz.

4.1.5. Matematiksel Modelleme Bilgi ve Becerisi İle İlgili Bulgular Ve Yorumlar

Ön görüşmede yer alan 9. soru: Size gerçek hayatla ilgili veriler verildiğinde ve bu verileri kullanarak bir problemin çözümü istendiğinde nasıl bir yol izlersiniz?

Bu soru ile ilgili cevapların analizi Tablo 17 de verilmektedir.

Tablo 17: Ön Görüşmede Yer Alan 9. Soruda “Size gerçek hayatla ilgili veriler verildiğinde ve bu verileri kullanarak bir problemin çözümü istendiğinde nasıl bir yol izlersiniz?” İfadesine Verilen Cevapların Analizi

Cevap kategorileri	Öğrencilerin açıklamaları
Problemi tanımlamak.	✓ Problemi tanımlarım. (2) ✓ Sorun ne, benden ne istiyor, onu anlamaya çalışırım. (3)
Verileri elde etmek ya da verilere bakmak.	✓ Bu problemin çözümüne ulaşabilmem için gereken veriler ne ya da matematik deyimiyle değişkenler ne, ona bakarım. (2) ✓ Veriler arasında bir ilişki kurmaya çalışırım. (3) ✓ Verilere bakarım ve veriler arasında acaba orantılı bir şekilde değişen bir şeyler var mı ona bakarım. (4) ✓ Verileri analizden geçirmem gerekiyor. (5)

Tablo 17 nin devamı: Ön Görüşmede Yer Alan 9. Soruda “Size gerçek hayatla ilgili veriler verildiğinde ve bu verileri kullanarak bir problemin çözümü istendiğinde nasıl bir yol izlersiniz?” İfadesine Verilen Cevapların Analizi

Cevap kategorileri	Öğrencilerin açıklamaları
Denklem bulmak.	✓ Denklemi nasıl olabilir onu düşünürüm, ona bakarım. (1) ✓ Grafiğin denklemi çıkabilir mi diye bakarım. (5)
Matematiksel işlemleri kullanmak.	✓ Veriler arasındaki bağlantıyı kurduktan sonra da normal, temel matematik bilgilerimi kullanarak matematiksel işlemlere geçerim. (4)
Sonuca ulaşmak.	✓ Genel bir ifadeye ulaşmaya çalışırım. (2) ✓ Çözümünü yapıp sonuç bulmaya çalışırım. (3) ✓ Yaklaşık sonuçlarını bulmaya çalışırım. (5)
Grafik çizmek.	✓ Eğer grafik çizilebiliyorsa grafik çizerim. (1) ✓ Grafikte ya da şekil çizmeyi denerim, daha görmemi kolaylaştırsın diye. (4) ✓ Grafik çizerim. (5)
Matematiksel olarak ifade etmek.	✓ Grafiğin matematiksel olarak nasıl ifade edildiğine bakarım. (1) ✓ Kurduğum ilişkiyi matematiğe çeviririm. (3)

Tablo 17 incelendiğinde öğretmen adaylarına gerçek hayatla ilgili veriler verildiğinde bu verileri kullanarak nasıl bir yol izlemeleri gerektiği hakkındaki 9. soruda öğretmen adayları, kendilerine uygulanan ön matematiksel modelleme beceri testindeki soruları düşünerek yanıtlamışlardır.

Polya'ya (1957) göre problem çözme aşamalarından ilki problemi anlamadır. Burada sadece 2 ve 3 numaralı öğretmen adayları önce problemin ne olduğunu anlamaya çalıştıklarını belirtmektedirler.

Van De Walle (2004) anlamanın önemini belirtmektedir. Matematiksel modellemenin ilk aşaması olan problemi anlama modelleme sürecinin en önemli aşamasıdır. O yüzden öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilmeleri

için önce problemi anlamaları gerekmektedir. Ancak bu soruda sadece 2 öğretmen adayı bunu belirtmektedir.

2, 3, 4 ve 5 numaralı öğretmen adayları kendilerine verilen veriler arasında bir ilişki kurmaları gerektiğini ifade etmektedirler. Moscardini (1989) ve Berry ve Houston'a (1995) göre verileri elde etmek kolay değildir. Elde edilen veriler arasında ilişki kurmak problemin çözülmesi için önemlidir. Görüldüğü gibi öğretmen adayları ön görüşmelerde problemin çözümü için verilerin gerekliliğinin farkındadırlar.

1, 4 ve 5 numaralı öğretmen adayı grafik çizceklerini belirtmektedirler. Böylece daha kolay sonuca ulaşabileceklerini tahmin etmektedirler. Daha önce de belirtildiği gibi öğretmen adaylarına uygulanan ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan 2 soruda öğretmen adaylarına milimetrik kağıtlar dağıtılmıştır. Böylece onlar grafik çizceklerini tahmin edip sınıfta birkaç öğretmen adayı hariç grafik çizmeye çalışmışlardır. Grafik çizenlerin hepsi buldukları eğrinin aslında bir üstel fonksiyonun eğrisi olmasına rağmen bir parabol olduğu görüşündedirler. Ona göre denklem çıkarmaya çalışmışlardır. Ön matematiksel modelleme beceri testinin doğru yanıtları kendilerine gösterilmediğinden öğretmenler yaptıklarının doğru olduğunu düşünerek bu görüşmeyi gerçekleştirmişlerdir. Öğretmen adayları ile yapılan son görüşmelerde, üniversite birinci sınıfta almış oldukları Fizik Laboratuvarı dersinde çizdikleri grafiklerin parabol olması nedeniyle böyle bir grafik çizdiklerini ifade etmektedirler. Moscardini (1989) ve Berry ve Houston'a (1995) göre grafik çizmek bir matematiksel model oluşturmaktır. 1, 4 ve 5 numaralı öğrenciler grafik yardımı ile sonuca ulaşabileceklerini belirtmişlerdir.

1 ve 3 numaralı öğretmen adayları matematiksel olarak ifade edeceklerini belirtmektedirler. Kendilerine görüşme yapılana kadar 'matematiksel olarak ifade etmek' cümlesi kullanılmamasına karşın böyle bir yanıt vermeleri beklenmemektedir. 3 numaralı öğretmen adayı aşağıdaki gibi ifade etmektedir:

"O kurduğum ilişkiyi matematikte nasıl çeviririm. Matematiğe çeviririm. Ondan sonra da çevirdiğim işlemler hani çözümünü yapıp sonuç bulmaya çalışırım. Önce benden ne yapmamı istiyorlar? Ne yapılması gerektiğini anlarım."(3)

Grafik çizeceklerini de belirten 1 ve 5 numaralı öğretmen adayları daha sonra o grafiğin denklemini oluşturacaklarını belirtmektedirler.

4 numaralı öğretmen adayı veriler arasında bağlantı kurduktan sonra hemen matematiksel işlemlere geçeceğini vurgulamaktadır. Bu öğretmen adayının araştırma süresince pek grafik çizmeye çalışmadığı gözlenmiştir. Tablo 17 incelendiğinde 1 ve 4 numaralı öğretmen adaylarının sonuca ulaşmakla ilgili herhangi bir ifadede bulunmadıkları görülmektedir. Bunun yanında 2, 3 ve 5 numaralı öğretmen adayları sonuca ulaşmaya çalışacaklarını belirtmektedirler. Berry ve Houston'a (1995) göre matematiksel model elde edildikten sonra bunu diğer problemlerin çözümü için genellenmesi gerekmektedir. Özellikle 2 numaralı öğretmen adayı sonuca ulaştıktan sonra bir genelleme yapması gerektiğini de vurgulamaktadır. Öğretmen adaylarına rumuz kullanılarak uygulanan ön matematiksel modelleme görüş anketinde, 7 öğretmen adayı Patron rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 5 öğretmen adayı Güneş rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 8 öğretmen adayı Linyit rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. Free rumuzlu öğretmen adayının görüşü aşağıdaki gibidir. Bazı öğretmen adaylarının görüşleri aşağıdaki gibidir:

Bu soruyu belki bu dersi görmeden önce cevaplayamazdım. Ama şimdi şöyle cevaplayabilirim: Verilen verilerin tümünü kullanmaya çalışarak problemi bir matematiksel modele veya matematiksel bir formüle indirgeyip problemi çözmeye çalışırım (Patron).

İlk olarak hangi sonuçların elde edilebileceğini bulurum. Daha sonra bu sonuçların hangi durumlarda elde edileceğini bulurum (Free).

Öncelikle elimde olan verilere bakarım ve kendime bir çözüm yolu aramaya başlarım. Sonuçta çözemesem de düşünce yapısı oluşur (Güneş).

Önce bu verileri grafik üzerinde farklı her zaman aralığı için çizerim. En azından görsel olarak probleme yaklaşmamda faydalı olur (Linyit).

Patron, Güneş, Free ve Linyit rumuzlu öğretmen adayları verileri kullanarak sonuca ulaşmaya çalışacaklarını ifade etmişlerdir. *Linyit* rumuzlu öğretmen adayı ayrıca grafik kullanarak çözüme ulaşmaya çalışacağını da ifade etmektedir. Bu öğretmen adaylarının ön matematiksel modelleme görüş anketinde bu soruya verdikleri yanıtı göre Berry ve Houston'ın (1995) belirttiği matematiksel modelleme aşamalarından hepsini yerine getiremediklerini söyleyebiliriz. Son görüşmede yer alan 6. soru: Size matematiksel modelleme ile ilgili veriler verildiğinde ve bu verileri kullanarak bir problemin çözümü istendiğinde nasıl bir yol izlersiniz? Bu soru ile ilgili cevapların analizi Tablo 18 de verilmektedir.

Tablo 18: Son Görüşmede Yer Alan 6. Soruda “Size matematiksel modelleme ile ilgili veriler verildiğinde ve bu verileri kullanarak bir problemin çözümü istendiğinde nasıl bir yol izlersiniz?” İfadesine Verilen Cevapların Analizi

Cevap kategorileri	Öğrencilerin açıklamaları
Problemi anlamak.	✓ Önce sorunun ne anlatmak istediğini, onu anlamaya çalışırım. (1) ✓ Problemden ne diyor onu anlamaya çalışırım. Benden istenilen ne, verilen ne diye bakarım. (2) ✓ Önce benden ne istiyorlar onu anlamaya çalışırım. (3) ✓ İlk önce problemin tam olarak ne sorduğunu bilmemiz gerekir. Soru çok önemli gerçekten. (5)
Verileri elde etmek.	✓ Ona göre değişkenler bulurum. O değişkenler arasındaki bağıntıyı kurmaya çalışırım. (1) ✓ Verilere bakarım. Eğer verilerden çözülebilecekse, büyük ihtimal çözülmez, kendimiz bir şeyler veri toplamak zorunda kalacağız. Veri toplarım. İşime yarayacak verileri toplarım. Hatta fazlasıyla toplarım. Oradan tekrar eleme yaparım. Hangileri işimize yaramazsa. Genelleştirme yapma açısından. İşime yaramayanları atarım ya da varsayım kullanırım. (2) ✓ Verilerle bulunabiliyormuş. Onları bir şekilde çarpacağım, böleceğim, toplayacağım ve sonuca ulaşacağım. (3) ✓ Önce verileri analiz etmeye çalışırım. (4) ✓ Bu problemi etkileyebilecek veriler nelerdir? Ne bileyim olumlu ya da olumsuz, etkileyebilecek veriler. Belki de hiç yoktur. Ama onları da göz önünde bulundurmak önemlidir. (5)

Tablo 18 in devamı: Son Görüşmede Yer Alan “Size matematiksel modelleme ile ilgili veriler verildiğinde ve bu verileri kullanarak bir problemin çözümü istendiğinde nasıl bir yol izlersiniz?” İfadesine Verilen Cevapların Analizi

Cevap kategorileri	Öğrencilerin açıklamaları
Denklem ya da formül oluşturmak.	✓ Matematiksel bilgilerimi kullanarak bunları formüle yerleştirmeye çalışırım. (4) ✓ Grafiğine bakarım. Grafik eğer bana tam bir şey veriyorsa, bir üstel fonksiyon, ne bileyim logaritmik fonksiyon, bir doğru, onun denklemi çıkabilir. Buradan bir yere gitmeye çalışırım. (5)
Kelime modeli oluşturmak.	✓ Modelimde sunacağım değişkenleri seçmeye çalışırım. Bu değişkenler önce hani direkt sembollerle ifadesi edilmesi zorunda değil. Kelime olarak mesela ifade ederim. Kelime olarak seçerim kullanacağım değişkenleri. (4) ✓ Çok basit bir şekilde bir model oluştururum. Kelime olarak. (5)
Kontrol etmek.	✓ En son işte kurduğumuz, oluşturduğumuz modelin kullanılabilir olup olmadığına bakarız. Çalışıp çalışmadığına. Eğer çalışmıyorsa yeniden bir model oluşturmaya çalışırız. Düzeltip daha iyi bir model oluşturmaya çalışırız. (1) ✓ Bu denklemin çalışıp çalışmadığını kontrol ederim. Çalışmıyorsa tekrar veriler toplarım. Çalışıyorsa formülü geliştirmeye çalışırım en yakın sonucu bulabilmek için. En yakın sonuca ulaşmak için orda verileri değiştir miyim değiştiremez miyim, probleme bağlı herhalde. Sonuca yaklaştıkça yani yakın sonuca ulaştığıma karar verdiğim an zaten kontrol ederek buna ulaşacağım. Formülü genelleştirmiş olurum. Bu formül benden istenilen formül derim. (2) ✓ Bunları formüle ettikten sonra doğruluğunu test etmek için de elimdeki verilerle kontrol ederim. Daha sonra da geliştirmeye çalışırım. Başka etkileyen şeyler var mı diye incelerim. (4) ✓ Basit modelimi geliştirmeye çalışırım. Artık onun üstüne düşerim biraz daha. Geliştirerek onu kullanılabilir hale getirmeye çalışırım, matematiksel olarak. (5)
Denklem ya da formül oluşturmak.	✓ Grafiği çiziliyorsa grafiğine bakarım. Eğer grafikten bir doğrusal denklem elde edilmeye çalışıyorsa onu bulmaya çalışırım. (1) ✓ Değişkenleri düşürebildiğim kadar düşürürüm Sonra o değişkenlere bağlı bir denklem oluştururum. (2) ✓ Yani o veriler arasındaki ilişki ne onu bulmaya çalışırım. İlişkiyi bulup sonra matematiksel diline çevirip sonuca ulaşmaya çalışırım. (3)

Tablo 18 incelendiğinde son görüşmelerde 6. soruya karşılık 1, 2, 3 ve 5 numaralı öğretmen adayları önce soruyu anlamaya çalışacaklarını ifade etmektedirler. Ön görüşmelerde sadece 2 ve 3 numaralı öğretmen adayları soruyu anlamaya çalışacaklarını ifade etmişlerdi. Böylece öğretmen adaylarının çoğunluğunun Berry ve Houston'ın (1995) belirttiği gibi matematiksel modelleme sürecinin ilk aşaması olan problemi anlama aşamasını yerine getirmek istediklerini söyleyebiliriz.

Araştırma süresince kendilerine uygulanan örnekler ve son matematiksel modelleme beceri testini düşünerek öğretmen adayları bu soruyu yanıtlamaya çalışmaktadırlar. Öğretmen adaylarının hepsi verileri elde etmeleri gerektiğini düşünmektedirler. 1 numaralı öğretmen adayı veri ifadesine yerine değişkenler kelimesini kullanmaktadır. 2 ve 5 numaralı öğretmen adayları verileri fazlasıyla elde edeceğini, işine yaramayacaklarını eleyeceğini ifade etmektedirler. Bu öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ifadesini anladığı ortaya çıkmaktadır. 3 numaralı öğretmen adayları verilerle sonuca ulaşabileceğini belirtmektedir. Verileri dört işlem kullanarak sonuca ulaşabileceğini düşünmektedir.

Böylece öğretmen adaylarının Berry ve Houston (1995) ve Moscardini'nin (1989) ifade etti gibi verileri kullanmaları ve değişkenleri belirlemeleri gerektiğinin farkında oldukları söylenebilir.

Tablo 18 incelendiğinde öğretmen adaylarının hepsi bir denklem ya da bir formül oluşturmaya çalışacaklarını ifade etmektedirler. 1 ve 5 numaralı öğretmen adayları ilk olarak grafiğe bakacaklarını belirtmektedirler. Ön görüşmelerde de 1, 4 ve 5 numaralı öğretmen adayları grafik çizeceklerini belirtmişlerdi.

Kaiser (2007) çalışmasında belirttiği gibi 1 ve 5 numaralı öğretmen adayı da matematiksel modelleme sürecinde grafik kullanacaklarını ifade etmektedirler.

Sadece 4 ve 5 numaralı öğretmen adayları kelime modeli oluşturacaklarını belirtmektedirler. Yapılan uygulama sırasında kelime modeli oluşturulması öğretmen adaylarına öğretilmişti. 4 ve 5 numaralı öğretmen adaylarının bunu unutmadıkları

gözlenmektedir. Diğer adayların Blum ve Leib'in (2007) çalışmasında olduğu gibi uygun modeli yapılandırmaya çalışmayacaklarını söyleyebiliriz.

Bulduğu sonucu 1, 2, 4 ve 5 numaralı öğretmen adayları kontrol edeceklerini belirtmektedirler. Oluşturdukları modelin çalışıp çalışmadığını, doğruluğunu test edeceklerini ifade etmektedirler. Daha da geliştireceklerini belirtmektedirler. Blum ve Leib (2007) in çalışmasında modelin geçerliliğine bakılmadığı için öğrencilerin modeli geliştirmede başarısız oldukları belirtilmişti. Ancak bu çalışmada görüşmeye katılan öğretmen adaylarından bir tanesi hariç diğerleri Berry ve Houston (1995) ve Maab'ın (2004) belirttiği gibi modeli kontrol edeceklerini belirtmişlerdir. Polya'nın (1957) problem çözme aşamalarından son aşama da çözümü kontrol etmektir. Bu öğretmen adaylarının bu aşamanın önemini kavradıklarını söyleyebiliriz.

Öğretmen adaylarına rumuz kullanılarak uygulanan son matematiksel modelleme görüş anketinde, 5 öğretmen adayı Patron rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 4 öğretmen adayı Güneş rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 5 öğretmen adayı Free rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 7 öğretmen adayı Linyit rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. Bazı öğretmen adaylarının görüşleri aşağıdaki gibidir:

İlk olarak modeldeki değişkenlerin nelere bağlı olduğunu düşünürüm. Grafikten faydalanabiliyorsam faydalanmaya çalışırım. Bu değişkenler ve varsa grafik yardımıyla basit bir model oluştururum ve daha sonra bu modeli geliştirmeye çalışırım (Patron).

Problemi anlarım. Problemin özelliklerini araştırırım. Bu özelliklerin birbiri ile ilişkilerine bakarak problem hakkında basit bir model oluştururum. Sonra bu modeli geliştiririm. Daha sonra başka verileri kullanarak bu modeli test ederim. Testler sonucunda model oluşuyorsa çözüme ulaşıyorum (Free).

Önce veriler eşliğinde matematiksel modelin hangi çeşidini kullanacağımı saptarım. Sonra en kolay haliyle formüllerden gelişmişine doğru giderdim (Güneş).

Galiba en kolay yöntem boyutsal modelleme. Hemen onu kullanmaya çalışırım. Eğer o işe yaramazsa bir grafik elde edip o grafiğin denklemiyle hareket ederim (Linyit).

Ancak öğretmen adaylarının son görüşmede ve son matematiksel modelleme görüş anketinde yer alan bu soruda Berry ve Houston (1995), Moscardini (1989), Maab (2004), Blum ve Leib'in (2007) ifade ettiği matematiksel modelleme aşamalarından matematiksel modeli kurma, matematiksel problemi formüle etme ve çözme, çözümü gerçek hayata yorumlama ifadelerini kullanmadıkları görülmektedir. Son matematiksel modelleme beceri testinde görüldüğü gibi öğretmen adaylarının çoğunluğu matematiksel modelleme aşamalarının çoğunu yerine getirmelerine rağmen bunu tam olarak ifade edemedikleri söylenebilir. Ön görüşmede yer alan 10. soru: Gelecekte gerçek hayatla ilgili bir durumu tahmin etmeniz istense neler yaparsınız? Bu soru ile ilgili cevapların analizi Tablo 19 da verilmektedir.

Tablo 19: Ön Görüşmede Yer Alan 10. Soruda “Gelecekte gerçek hayatla ilgili bir durumu tahmin etmeniz istense neler yaparsınız?” İfadesine Verilen Cevapların Analizi

Cevap kategorileri	Öğrencilerin açıklamaları
Verilere bakmak, verileri elde etmek.	✓ Şu anki durumuna bakarım. Şu an için verilen verilere bakarım. Daha önceki verilere bakarım. (1) ✓ Verilere bakabilirim, verileri ölçebilirim. (2) ✓ Değerler bulmaya çalışırım. Verileri değerlendirir, bir mantık ilişkisi kurarım. (3) ✓ Günümüzde o durumla ilgili verileri elde etmeye çalışırım. (4) ✓ Kendi verilerimi toplarım. Verileri modelleme yaparım. (5)
Verileri elde edememek.	✓ Verileri bulmam kolay olmaz. (1)
Grafik çizmek.	✓ Grafik çizerim. (5)
Maket oluşturmak.	✓ Maket oluştururum. (5)
Sonuca ulaşmak.	✓ Belli zaman aralıklarındaki değişime bakarım. O değişime göre tahminde bulunurum. (1) ✓ Sabit bir sayıya ulaşırım. (2) ✓ Kurduğum mantık ilişkisini matematik diline çevirir, çözer, sonunda karar veririm. (3) ✓ Gelecekte olabilecek olayları göz önünde bulundururum. Tahminde bulunurum. Sonuçlar bulmaya çalışırım. (5)

Tablo 19 da görüldüğü gibi öğretmen adaylarından gelecekteki bir durumu tahmin etmeleri istendiğinde ne yapmaları gerektiği hakkında görüşler alınmaktadır.

İlk olarak öğretmen adaylarının hepsi Moscardini (1989) ve Berry ve Houston'ın (1995) belirttiği gibi verilere bakmaları gerektiğine inanmaktadırlar. Ancak 1 numaralı öğretmen adayı verileri kolay elde edemeyeceğini aşağıdaki gibi ifade etmektedir.

“Verileri bulabilir miyim bilmiyorum ama gelecekle ilgili bir tahmin yapmak için o verilerin olması gerekiyor.”(1)

Burada sadece 5 numaralı öğretmen adayının grafik çizeceğini ifade etmesi dikkat çekmektedir. Bu öğretmen adayı için, Berry ve Houston'ın (1995) ifade ettiği gibi bir gerçek hayat problemi matematiksel olarak ifade edilirken bir grafik yardımıyla olabilir düşüncesinde olduğu söylenebilir. Diğer öğretmen adayları ise bu soruda grafik çizme üzerinde durmadıkları görülmektedir.

5 numaralı öğretmen adayı diğer arkadaşlarından farklı olarak maket oluşturabileceğini vurgulamaktadır. Bu da 5 numaralı öğretmen adayının diğer arkadaşlarına oranla daha yaratıcı olduğunu göstermektedir. Sonuca ulaşabilmek için elinden gelen bütün imkanları yapmaya çalışmaktadır.

“Maketlerle görsel olarak bir şeyleri görmek lazım. Bir şeyleri görsel olarak görünce insanın daha, algılaması daha iyi oluyor. Bende en azından öyle oluyor. Bir grafik, bir maketle olayı zihnimde canlandırabilme. Bunları algılayıp daha sonra sonuca varıp çimek. İsterim ki sonuçları yakın olsun gerçek sonuca.”(5)

1, 2, 3 ve 5 numaralı öğretmen adayları sonuca ulaşmaya çalıştıklarını vurgulamaktadırlar.

Tablo 19 incelendiğinde 4 numaralı öğretmen adayının 10. soruya karşılık cevabının sadece verileri elde etmeye çalışmak olduğu görülmektedir. Öğretmen adayı bu soruya karşılık görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmektedir:

“Bu tahmini yapmak için bence en doğal yol, en mantıklısı günümüzde acaba o tip bir olay nasıl seyrediyor? Günümüzde o durumla ilgili verileri elde etmeye çalışırım. Ve daha sonra bunu ileriye dönük, zaten başka da hani genel olarak baktığımızda yapılacak bir şey yok gibi. Günümüzdeki durumuna bakarım yani. Günümüzde ve geçmişteki.”(4)

Öğretmen adaylarına rumuz kullanılarak uygulanan ön matematiksel modelleme görüş anketinde, 15 öğretmen adayı Eylül rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 6 öğretmen adayı Hiçbirşey rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. Bazı öğretmen adaylarının bu soruya karşılık verdikleri yanıtlar aşağıdaki gibidir:

Geçmişteki verilerle ilgili veriler toplar ve ortalama değerlerini bulur, buna dayanarak denklem kurarak tahmin etmeye çalışırım (Eylül).

Üniversitede öğrendiklerimle ve başka kaynaklardan araştırıp bilgilerimi hatırlayarak yapmaya çalışırım (Hiçbirşey).

Ön görüşmede ve ön matematiksel modelleme görüş anketinde öğretmen adaylarının yukarıda belirtilen görüşlerine göre öğretmen adaylarının ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan sorulara göre yorum yaptıkları söylenebilir.

Öğretmen adayları ile yapılan ön görüşmelerde “Gelecekte gerçek hayatla ilgili bir durumu tahmin etmeniz istense neler yaparsınız?” ifadesi 10. soru olarak sorulmuştu. Bu soru son görüşmelerde Tablo 20 de görüldüğü gibi “Gelecekteki bir durumu tahmin etmeniz istense neler yaparsınız?” şeklinde değiştirilmiştir.

Son görüşmede yer alan 7. soru: Gelecekteki bir durumu tahmin etmeniz istense neler yaparsınız?

Bu soru ile ilgili cevapların analizi Tablo 20 de verilmektedir.

Tablo 20: Son Görüşmede Yer Alan 7. Soruda “Gelecekteki bir durumu tahmin etmeniz istense neler yaparsınız?” İfadesine Verilen Cevapların Analizi

Cevap kategorileri	Öğrencilerin açıklamaları
Verileri toplamak.	✓ Bununla ilgili değişkenleri seçerim. (1) ✓ Yine verileri toplarım. Geçmişteki olan durumlara bakarım. Geçmişteki olan durumlardan günümüze ne değişmiş yani bütün değişkenleri bulmaya çalışırım. Veriler toplarım işte benden istenilen problem hakkında. Yıllara göre veriler toplarım veya birim zamana göre veriler toplarım. (2) ✓ Gelecekte hangi durum ise o durumla ilgili veri toplarım. Veriden de oluyormuş bu iş. (3) - Gelecekteki durumu, tahmin edeceğim durumla ilgili değişkenleri (bugün için, bugünkü zamanla) toplarım önce. (4)
Veriler arasındaki ilişkiye bakmak.	✓ Ondan sonra o durumu etkileyen faktörlerin neler olduğuna bakarız. O durumun eğer verilen değerleri varsa geçmişteki belli tarihlerdeki onlara bakarız. (1) ✓ Verilere göre bir mantık ilişkisi kurarım. Hani hangisi beni çözüme götürür veya bu veriler arasında ilişki ne? Onları bulurum. (3)
Grafik çizmek.	✓ Grafiği çizeriz. Başka bilmiyorum bunları yaparız herhalde. Zaten yaptığımız uygulamalarda bu tip sorularda bu yolları izliyorduk. (1) ✓ Grafik yaparım. Mutlaka görme açısından ilk bir tanı açısından o grafiğin çizilmesi gerekiyor diye düşünüyorum. Mesela bu dersi almadan önce mesela hiç aklıma gelmezdi bir grafik çizip belki bilmiyorum gelmezdi herhalde direkt daldım sorunun içine. (2) ✓ Mesela öncelikle grafik. Bu şeyde ben öğrendim, grafik çizmek çok önemli, görme açısından gelecekteki durumu. Grafik çizerim ve bu grafiği hani eğri falan çıkarsa çok yorum yapamam grafik hakkında. (4) ✓ İlk önce grafik çizme yöntemini kullanmaya çalışırım. İşte grafik doğrusal ise eğer, grafiği uzatır, hangi tarihteyse, gelecekte neredeyse onu bulmaya çalışırım. (5)
Denklem ya da formül bulmak.	✓ İşte bir denklem bulup benden istenilen yıla uyarlamaya çalışırdım. İstenilen yılı hesaplardım. (2) ✓ İlişkiye göre bir denklem oluşturur bir matematiksel dile çevirir, çözerim sonuca ulaşmaya çalışırım. (3) ✓ Grafiği yapabilirsem doğrusal hale getirmeye çalışırım. Burada eğim falan işin içine giriyor. Burada gelecekteki durumu tahmin etmek oldukça kolay oluyor. (4)
Limiti kullanmak.	✓ Veya zamanı çok kısa tutup, o kısa zaman aralığında değişikliğe bakmaya çalışırım. Şimdi hata oranı çok düşük olmalı, gelecekle ilgili bir problemi tahmin etmeye çalışıyorsak eğer. İşte o zaman aralığı var ya o zaman aralığını daha da küçültürsem eğer yani sıra yaklaşırsam gelecekte, burada limit işin içine giriyor. Zamanı sıfıra yaklaştırdığımda hata oranım sıfıra yaklaşacak haliyle. Buradan limiti kullanarak bir şeylere varmaya çalışırım belki de. (5)

Tablo 20 de görüldüğü gibi 1, 2, 3 ve 4 numaralı öğretmen adayları öncelikle verileri toplayacaklarını belirtmektedirler. 1, 2 ve 4 numaralı öğretmen adaylarının “veri” ifadesi yerine “değişken” ifadesini kullandıkları görülmektedir. 1 ve 3 numaralı öğretmen adayları ayrıca veriler arasındaki ilişkiye bakacaklarını belirtmektedir. Ön görüşmede öğretmen adaylarının hepsi verilere bakacaklarını ifade etmelerine rağmen 5 numaralı öğretmen adayı son görüşmede bu soruda verilere bakacağını belirtmemiştir.

Öğretmen adaylarının hepsi böyle bir soru karşısında grafik çizeceklerini belirtmektedirler. Özellikle 5 numaralı öğretmen adayının ifadesine bakıldığında bu soruda veri ile ilgili hiçbir şey söylemeden öncelikle grafik çizeceği görülmektedir. Ön görüşmede de sadece 5 numaralı öğretmen adayı grafik çizeceğini belirtmişti.

2, 3 ve 4 numaralı öğretmen adayları denklem ya da bir formül bulacaklarını belirtmektedirler. 5 numaralı öğretmen adayı da limiti kullanarak sonuca ulaşacağını belirtmektedir. Ön görüşmede öğretmen adaylarından hiçbiri formül bulacaklarından bahsetmemişlerdi. Uygulama sonrasında son görüşmede formül ya da denklem bulmaları gerektiğini ifade etmişlerdir.

Öğretmen adayları son görüşmelerde yer alan 7. soruya verdikleri yanıtlara bakılacak olursa araştırma süresince kendilerine uygulanan sorulardan yola çıkarak bu yanıtları verdikleri gözlenmektedir. Araştırma süresince kendilerine nüfus artışı ile ilgili olarak bir proje sorusu verilmişti. Öğretmen adaylarından bu soruyu çözmeleri istenmişti. Kendileri bir iki haftalık süreçten sonra araştırma yaparak bir sonuca ulaşmışlardı. 5 numaralı öğretmen adayı o sorunun çözümü için limiti kullanmıştı.

Dolayısıyla öğretmen adaylarının ön görüşmelerde sorduğumuz 10. soruya daha genel yanıtlar verdikleri, son görüşmelerde böyle bir soru karşısında uygulama süresince yaptıkları sorulardan etkilendikleri görülmektedir.

Son görüşmede yer alan bu soruda öğretmen adaylarının çoğunluğunun Berry ve Houston (1995) ve Moscardini (1989) nin belirttiği gibi verileri kullanmaları

gerektiğinin farkına vardıkları söylenebilir. Yine görüşmeye katılan öğretmen adaylarının hepsinin Berry ve Houston (1995) ve Kaiser'in (2007) belirttiği gibi matematiksel modelleme sürecinde matematiksel ifade olarak grafiğin kullanmaları gerektiğinin farkına vardıkları söylenebilir.

Berry ve Houston (1995) ve Moscardini'nin (1989) ifade ettiğİ gibi son görüşmeye katılan öğretmen adaylarından bir tanesi hariç diğerleri denklem ve formüllerin doğru oluşturulması gerektiğine inanmaktadırlar. Böylece bu öğretmen adaylarının matematiksel modellemenin önemli aşamalarından bir olan matematiksel problemi formüle etme ve çözme aşamasının gerekliliğini anladıkları söylenebilir. Ancak çalışmanın sonunda yapılan bu son görüşmede öğretmen adaylarının Berry ve Houston (1995), Moscardini (1989), Kaiser'in (2007) ifade ettiğİ gibi matematiksel modelleme sürecindeki tüm aşamalardan bahsetmedikleri görölmektedir. Öğretmen adaylarının çoğunluğunun son matematiksel modelleme beceri testindeki başarılarına göre bunu ifade etmekte zorlandıkları söylenebilir.

Aynı şekilde öğretmen adayları ile yapılan son matematiksel modelleme görüş anketinde de eksik ifade ettikleri görölmektedir. Öğretmen adaylarına rumuz kullanılarak uygulanan son matematiksel modelleme görüş anketinde, 8 öğretmen adayı Eylül rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiğİ şekilde görüşlerini bildirmiştir. 10 öğretmen adayı Patron rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiğİ şekilde görüşlerini bildirmiştir. 3 öğretmen adayı Hiçbirşey rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiğİ şekilde görüşlerini bildirmiştir. Bazı öğretmen adaylarının bu soruya karşılık verdikleri yanıtlar aşağıdaki gibidir:

Öncelikle konuyla ilgili çeşitli zamanlardaki verileri toplarım. Bu veriler yardımıyla grafik çizmeye çalışırım. Grafikte karşıma çıkan sonuca dayanarak mümkünse doğrusal hale getirmeye çalışırım. (ln alarak.) Aradığım değerin neye karşılık geldiğini hesaplamaya çalışırım. Matematiksel model oluşturmaya çalışırım. Bundan faydalanarak istediğim sonucu bulmaya çalışırım (Eylül).

Elde edilen verileri kullanarak veya durumun hangi değişkenlere bağlı olduğunu düşünerek bir matematiksel modelleme oluşturmaya çalışırım. Bu modelleme sayesinde gelecek hakkında yorum yapmaya çalışırım (Patron).

Belli aralıktaki değerler için bir oran bulmaya çalışırım. Bu oranı genelleyerek gelecekteki tahmini bulmaya çalışırım (Hiçbirşey).

Eylül rumuzlu öğretmen adayının Berry ve Houston'ın (1995) ifade ettiği, matematiksel modelleme çeşitlerinden deneysel modelleme ile ilgili bir sorunun çözümünden bahsettiğini söyleyebiliriz. İlk defa bu çalışma ile matematiksel modelleme ile tanışan öğretmen adaylarının, uygulama sırasında karşılaştıkları örneklerden yararlanmaları olağandır diyebiliriz. Ancak sadece bir çeşit modellemeye bağlı kalmaması gerekirdi. Bu öğretmen adayının son matematiksel modelleme görüş anketinde yer alan bu soru için daha genel bir cevap veremediğini söyleyebiliriz. Matematiksel modelleme ifadesinden anladığı sadece bu sorudur ya da genel olarak ifade edemediğini söyleyebiliriz.

Patron rumuzlu öğretmen adayı, Eylül rumuzlu öğretmen adayına göre daha genel bir cevap vermiştir. Ancak matematiksel model oluşturmaya çalışmak ve onun üzerinde yorum yapmak bu sorunun cevabı için yeterli değildir. Berry ve Houston (1995) ve Doerr'un (1997) belirttiği modelleme aşamalarının hepsinden bahsetmediğini söyleyebiliriz. Öğretmen adayından istediğimizi tam olarak ifade edemediğini belirtebiliriz.

Hiçbirşey rumuzlu öğretmen adayı ise, kendisine uygulanan matematiksel modelleme beceri testinde yaptığı çözümlerden etkilenecek bu soruya bu şekilde ifade ettiğini söyleyebiliriz. Bu öğretmen adayının matematiksel modelleme beceri testinde oran ve orantı kullanarak çözüme ulaşmaya çalıştığını söyleyebiliriz.

4.3 Ön Ankette Yer Alan 8. Soruya Dayalı Bulgular ve Yorumlar

21 öğretmen adayına araştırmanın başında 10 soruluk ve sonunda 8 soruluk anket uygulanmıştır. İlk uygulanan ankette öğrencilere sorulan 8. soru şöyledir:

Aşağıdaki konular hakkında kendinizi nasıl buluyorsunuz?

	Çok iyi						Zayıf	
İntegral	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Türev	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Logaritma	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Dif. Denkl.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Üstel fonk.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Bilgisayar Kullanabilme B.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Öğrencilere uygulama süresince matematiksel modelleme ile örnekler yapılmış ve uygulama sonrasında matematiksel modelleme ile ilgili 3 soruluk son başarı testi uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili örnekleri ve soruları çözebilmeleri için uygulamaya başlamadan önce uygulanan ön ankette 8. soruda yer alan bilgi ve becerilere sahip olmaları gerekebileceği düşünülmüştür. Öğretmen adaylarının bu soruya karşılık verdikleri yanıtların değerlendirilmesi Likert Tipi Ölçek kullanılarak yapılmıştır.

Öğretmen adaylarından integral, türev, logaritma, diferensiyel denklemler, üstel fonksiyonlar konusunda bilgilerinin ve bilgisayar kullanabilme becerilerinin düzeyini belirtmeleri istenmiştir. 6 maddeli hazırlanan, 7'li Likert Tipi Ölçekte yanıt seçenekleri; çok iyi, iyi, ortanın biraz üstü, orta, ortanın biraz altı, kötü ve zayıf olarak verilmiştir. Öğretmen adayları ile yapılan görüşme esnasında öğretmen adaylarına yanıt seçeneklerini nasıl yorumladıkları sorulmuştur. Bir öğretmen adayı 'zayıf' ifadesinden 'o konu hakkında hiçbir şey bilmediği', 'kötü' ifadesinden 'ufak tefek biliyorum ama uygulayamıyorum', 'ortanın biraz üstü' ifadesinden 'duydum, baktım, araştırdım ama öğrenemedim' anlamlarını çıkararak soruyu yanıtladığını belirtmiştir. Bu soru ile ilgili cevapların analizi Tablo 21 de verilmektedir.

Tablo 21. Öğrencilerin 8. Soruya Verdikleri Yanıtlara İlişkin Likert Tipi Ölçeğe Dayalı Frekanslar ve Yüzdelere

	Çok iyi		İyi		Orta üstü		Orta		Orta altı		Zayıf üstü		Zayıf	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
İntegral	0	0	5	23,8	8	38	6	28,6	2	9,5	0	0	0	0
Türev	1	4,8	5	23,8	10	47,6	4	19	1	4,8	0	0	0	0
Logaritma	0	0	4	19	10	47,6	2	9,5	2	9,5	3	14,3	0	0
Diferensiyel denklemler	0	0	10	47,6	5	23,8	3	14,3	2	9,5	1	4,8	0	0
Üstel fonksiyonlar	2	9,5	5	23,8	5	23,8	0	0	7	33,3	2	9,5	0	0
Bilgisayar kullanabilme becerisi	1	4,8	6	28,6	3	14,3	7	33,3	4	19	0	0	0	0

Tablo 21 e göre, öğretmen adaylarının hiçbirisi integral konusu hakkında çok iyi bilgiye sahip olduklarını belirtmemişlerdir. İntegral konusu hakkında öğretmen adaylarının % 23,8 (n=5) i iyi bilgiye, % 38 (n=8) i ortanın biraz üstü bilgiye, %28,6 (n=2) sı orta bilgiye, %9,5 (n=2) i ortanın biraz altı bilgiye sahip olduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının hiçbirisi integral konusu hakkında zayıf üstü veya zayıf bilgiye sahip olduklarını belirtmemişlerdir.

Türev konusu hakkında öğretmen adaylarının %4,8 (n=1) i çok iyi bilgiye, %23,8 (n=5) i iyi bilgiye, %47,6 (n=10) sı ortanın biraz üstü bilgiye, %19 (n=4) u orta bilgiye, %4,8 (n=1) i ortanın biraz altı bilgiye sahip olduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının hiçbirisi türev konusu hakkında zayıf üstü veya zayıf bilgiye sahip olduklarını belirtmemişlerdir.

Logaritma konusunda öğretmen adaylarının çok iyi ya da zayıf bilgiye sahip olmadıklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının %19 (n=4) u iyi bilgiye, %47,6

(n=10) sı ortanın biraz üstü bilgiye, %9,5'i orta bilgiye, %9,5 (n=2) i ortanın biraz altı bilgiye, %14,3 (n=3) ü zayıf üstü bilgiye sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının %47,6 (n=10) sı diferensiyel denklemler konusu hakkında iyi bilgiye, %23,8 (n=5) i ortanın biraz üstü bilgiye, %14,3 (n=3) ü orta bilgiye, %9,5 (n=2) i ortanın biraz altı bilgiye, %4,8 (n=1) i zayıf üstü bilgiye sahip olduklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarından hiçbiri diferensiyel denklemler konusunda çok iyi ya da zayıf bilgiye sahip olmadıklarını belirtmişlerdir.

Spanier (1992) in belirttiği gibi matematiksel modelleme özellikle diferensiyel denklemlerle ilgili soruların çözümünde yer almaktadır. O yüzden öğretmen adaylarının bu konuda bilgi sahibi olmaları gerekmektedir.

Üstel fonksiyonlar konusunda öğretmen adaylarının %9,5 (n=2) i çok iyi bilgiye, %23,8 (n=5) i iyi bilgiye, %23,8 (n=5) i ortanın biraz üstü bilgiye, %33,3 (n=7) ü ortanın biraz altı bilgiye, %9,5 (n=2) i zayıf üstü bilgiye sahip olduklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarından hiçbiri üstel fonksiyonlar konusunda orta ya da zayıf bilgiye sahip olmadıklarını belirtmişlerdir.

Uygulamanın başında ve sonunda 5 öğretmen adayı ile görüşmeler yapılmıştı. Daha önce yapılan ankette 8. soruda öğretmen adaylarına integral, türev, logaritma, diferensiyel denklemler ve üstel fonksiyonlar konularında bilgi seviyeleri sorulmuştu. Görüşme sırasında 5 öğretmen adayına neden sadece bu 5 konunun burada yer alması hakkındaki düşünceleri soruldu. Bunun üzerine :

Çünkü yani şöyle olabilir. Gerçek hayat problemlerini çözerken en çok bunlardan faydalıyoruzdur belki. (3)

Gerçek hayat problemlerinde kullanabilecek konular bunlar diye düşünüyorum. Integral, türev, diferensiyel denklemler...(1)

Şimdi bunda, gerçek hayat problemlerinde daha çok kullanılabilen konular galiba bunlar, diye düşündüm. Çünkü biz de üniversitede, 1 de konuların çoğunu üniversite 1 de gördük. Diferensiyel denklemleri üniversite 2 de gördük. Diferensiyel

denklemleri mesela bize hocamız ödev vermişti. İşte bu konunun bu denklemi nerede kullanıldığı veya fizikten bir konu var, burda hangi denklemler kullanılır diye bir ödev vermişti bize ve biz sunum yapmıştık. Diferensiyel denklemler gerçek hayatta kullanılabiliyor, fizik alanında kullanılıyor, ne bileyim başka alanlarda kullanılabiliyor, astronomide kullanılabiliyor. Bunları kullandık ve ödev yapmıştık. İntegral, türev, logaritma işte üstel fonksiyonlar da üniversite 1 de gördüğümüz derslerdi. Bunlarda da gerçek hayat problemlerine Çok fazla yer verilmese de hocamız belirtmişti, işte bunların kullanım alanları, bunlar şöyle yapılır diye belirtmişti. Yani yapmasak da bunların kullanılabileceğini gördük. Ama nasıl kullanılabileceğini hala bilmiyorum ama galiba bu ondan dolayı. (5)

Matematiğin uygulamasında bunları daha çok bu konuları kullandığımız için diye düşündüm ilk verdiğinizde. Biraz önce demiştim, belli konularda yoğunlaşır uygulamalı matematik, matematiksel modelleme. Türevle bir çok problem çözebiliriz günlük hayata dair. İntegral alan demektir demiştim, bize öyle öğretildi. Üstel fonksiyon, o da logaritmanın tersi. Logaritmada da yüksek rakamlarla uğraştığımız için işte, yüksek rakamlar mesela 10 üzeri eksi 23 de yüksek bir rakamdır. Gider yani. (2)

Zambuja'nın (1989) ifade ettiği gibi bilgisayar günlük hayatımızın vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Entelektüel, ekonomik ve sosyal değişim sürecinde modellerin formüle edilmesi bilgisayar aracılığı ile gerçekleşmeye başlamıştır. Öğretmen adaylarının bilgisayar kullanabilme becerisine bakılması gerekmektedir.

Bilgisayar kullanabilme becerisi hakkında öğretmen adaylarının %4,8 (n=1) i çok iyi beceriye, %28,6 (n=6) sı iyi beceriye, %14,3 (n=3) ü ortanın biraz üstü beceriye, %33,3 (n=7) ü orta beceriye, %19 (n=4) u ortanın biraz altı beceriye sahip olduklarının belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarından hiçbiri bilgisayar kullanabilme becerisi hakkında zayıf üstü ya da zayıf beceriye sahip olmadıklarını belirtmişlerdir.

Galbraith, Stillman, Brown ve Edwards'ın (2007) ifade ettiği gibi matematiksel modellemede teknoloji gerekmektedir. Bu bulgulara göre öğretmen

adaylarının matematiksel modelleme yapabilmeleri için gerekli bilgisayar bilgisine sahip oldukları söylenebilir. Öğretmen adayları ile görüşme esnasında onlara daha önce yapılan ankette yer alan 8. soruya ilişkin olarak ‘bilgisayar kullanabilme becerisi’ ifadesinden ne anladıkları sorulmuştu. Öğretmen adaylarından bir tanesinin bu soruya karşın yanıtı aşağıdaki gibidir:

Bilgisayarın mesela her türlü programını biliyor musun? İşte kolayca girip çıkabiliyor musun her yere? İnternet için değil tabii ki bunlar, diğer şeyler için. Bir şey, bir ödev verildiğinde kolayca, tek başına diyeyim çünkü burada başkaları ile birlikte zaten hani belki yapılabilir, tek başına olduğun zaman hani rahatça böyle o şeyi yapabiliyor musun? Oluşturabiliyor musun bilgisayarda?(4)

Aynı öğretmen adayının ankette bu soruya ortanın biraz üstü beceriye sahip olduğunu belirtmesinin nedeni sorulduğunda aşağıdaki gibi yanıtlamıştır:

Mesela özellikle Flashı düşündüm ve şeyi düşündüm. Geçen sene biz internet sitesi hazırlamıştık. O aklıma geldi ve ben onda zorlanmıştım biraz o siteyi hazırlarken. O yüzden böyle işaretledim.(4)

Görüşmeye katılan öğretmen adaylarından bir tanesinin ankette bilgisayar kullanabilme becerisinin ortanın biraz altı olduğunu belirtmiştir. Bunun üzerine nedeni sorulduğunda aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

Bilgisayarı ben daha yeni tanıştım bilgisayarla hocam. Kaçtı birinci mi ikinci sınıfta tanıştım. İki ile üç. Yani üniversitede ne gördüysem onun dışında fazla açılmadım. Bilgisayar konusunda ben buradayım. Fazla bilgisayarla şey yapamadım. Birebir diyaloga geçemedim. (3)

Bilgisayar kullanabilme becerisinin orta seviyede olduğunu belirten bir öğretmen adayı görüşme esnasında nedenini aşağıdaki gibi ifade etmektedir:

Bilgisayar, ben fazla iyi kullanamam. İşaretlemeyi genel olarak düşündüm de bilgisayarla fazla aram yoktur. Sadece internete girerim.(1)

Bilgisayar kullanabilme becerisinin iyi seviyede olduğunu belirten, görüşmeye katılan diğer iki öğretmen adayının bu konudaki görüşleri aşağıdaki gibidir:

Şu an mesela internet sitesi ödevimiz vardı bizim, internet sitesi hazırladık. Genelde öyle donanım açısından pek bir şey bilmem. Donanımı sorduğunuzu düşünmedim ben orda. Sadece yazılım kısmından bahsettiğinizi düşündüm. O yüzden bu şıkkı işaretledim.(2)

Burda ıı yani artık herkes bilgisayarı kullanabiliyor. Yani az çok açıp kapatma, windows falan biliyor. Ben şey olarak işaretledim. Matematiksel programlar var. Maple var başka da gördüğümüz bir animasyon programı var, flash. Bu da animasyon olarak kullanılabilir. Çünkü bir şeylerin ispatını yaparken animasyon olarak gösterebiliyoruz. Geometrik şekil olarak gösterebiliyoruz. Bunu şu anda görüyoruz. Onlardan ziyade de kendi çabalarımızla işte maple öğrenmiştik. Üniversitede hocamız tavsiye etmişti bize. Onu da öğrendim. Ondan yani işte integral alabiliyoruz, logaritma, logaritmik fonksiyonların şeylerini çiziyorum. Üç boyutlu bir grafik çizmiştim. Rastgele bir grafikti. Çok hoşuma gitmişti.(5)

4. 2. Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme İle İlgili Görüşlerindeki Değişime İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Çalışmanın 2. alt problemi “Matematiksel modelleme ile ilgili öğretim gören öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili görüşlerin nasıl değişmiştir?” dir.

Aşağıda her bir soru tek tek ele alınarak yapılan analizle ilgili bulgular ve yorumlar verilecektir. Daha sonra testteki toplam puanlar dikkat alınarak yapılan bulgular verilecek ve bunlarla ilgili yorumlar yapılacaktır.

Ön görüşmede yer alan 3.soru : Üniversite öncesi aldığınız eğitimin gerçek hayat problemlerinin çözümünde faydasının olup olmadığını açıklayınız.

Bu soru ile ilgili cevapların analizi Tablo 22 de verilmektedir.

Tablo 22: Ön Görüşmede Yer Alan 3. Soruda “Üniversite öncesi aldığınız eğitimin gerçek hayat problemlerinin çözümünde faydasının olup olmadığını açıklayınız.” İfadesine Verilen Cevapların Analizi

Cevap kategorileri	Öğrencilerin açıklamaları
Faydalı olmama	✓ İşlemsel kısmını üniversite öncesi aldığım eğitimden dolayı yaptım da onun dışında pek bir faydası olduğunu düşünmedim ben. (1) ✓ Bence çok da bir faydası yok. Gördüğüm dört işlem dışında. Lisede özellikle gördüğümüz eğitimde sadece bize konunun ne olduğu söyleniyor. Bunlar nasıl çıkmıştır, ne tip problemler çıkmıştır ki bu konuya giriş yapılmıştır, bunların hiç biri öğretilmiyor. O yüzden biz de dış dünyayla, gördüğümüz matematik arasında bağlantı kuramıyoruz. (4)
Faydalı olma	✓ Fizik sorusu hariç yeterli oldu. (2) ✓ Yeterli oldu. Ekstra bilgiye gerek yoktu. (3) ✓ Oran orantı konusu orada işlendi, olasılık konusu orada işlendi. Benim işime yarayan onlardı. (5)

Tablo 22 incelendiğinde, öğretmen adaylarının 3. soruya, onlara uygulanan ön ve son matematiksel modelleme beceri testine göre yanıt verdikleri gözlenmektedir. Bu soruların çözümü esnasında yaptıklarını düşünerek üniversite öncesi almış oldukları eğitimin faydası olup olmadığına karar vermişlerdir. Öğretmen adaylarına uygulanan ön matematiksel modelleme beceri testinin 4. sorusu fizik konularını içeren bir soru olduğundan 2 numaralı öğretmen adayı fizik sorusu ifadesini kullanırken ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan 4. soruyu kastetmiştir. Ona göre ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan 4. soru hariç diğer soruların çözümünde üniversite öncesi almış olduğu eğitimin faydası olmuştur.

3 ve 5 numaralı öğrenciler de üniversite öncesi almış oldukları eğitimin yeterli ve faydalı olduğunu belirtmişlerdir. 1 ve 4 numaralı öğretmen adayına göre bir gerçek hayat problemi çözebilmek için sadece işlemi iyi yapabilmek yeterli değildir. Onlara göre bir problemi çözmede matematiksel düşünme çok önemlidir. Aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir:

“İşlemsel kısmını üniversite öncesi aldığımız eğitimden dolayı yaptık da onun dışında pek bir faydası olduğunu düşünmedim ben. Çünkü, üniversite öncesi derslerde genelde hoca gelir, bir konu anlatır, ondan sonra 2-3 tane soru çözer o konu ile ilgili o şekilde geçiririrdi. Ama onu nasıl kullanacağımızı bir şey öğretmezdi. O yüzden üniversite öncesi aldığım eğitim sadece işlemsel olarak faydası vardı. Onun haricinde pek bir faydası olduğunu ben zannetmiyorum.”(1)

“Bence çok da bir faydası yok. Yani gördüğümüz dört işlem dışında, bunun kombinasyonlarıyla oluşturulan çeşitli işlemler. Bunlar alışveriş tarzı şeylerde yardımcı oluyor. Onun dışında zaten lisede özellikle gördüğümüz eğitimde sadece bize konunun ne olduğu söyleniyor, tanımı veriliyor, onunla ilgili sadece kavramak amacıyla örnekler yaptırılıyor. İşte bunlar nasıl çıkmıştır, işte ne tip problemler çıkmıştır ki bu konuya hani giriş yapılmıştır. Bunların hiçbirisi öğretilmiyor. O yüzden biz de dış dünyayla gördüğümüz matematik arasında bağlantı kuramıyoruz bence. O yüzden fazla yararlı olduğunu düşünmüyorum.”(4)

Öğretmen adaylarına rumuz kullanılarak uygulanan ön matematiksel modelleme görüş anketinde, 7 öğretmen adayı Neşe ve İrfan rumuzlu öğretmen adaylarının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 5 öğretmen adayı Samsun rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 3 öğretmen adayı İnatçı rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 6 öğretmen adayı Hiçbirşey rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. Bazı öğretmen adaylarının bu soruya karşılık verdikleri yanıtlar aşağıdaki gibidir:

Şu an yararı oluyor ancak biraz düşünmeden öğrendiğimiz için tam yararını göremiyorum. Ya da fark edemiyorum (Neşe).

Oran orantıyı kullanıyorum (Samsun).

Faydası yoktu bence (İrfan).

Üniversite öncesi aldığım eğitimin gerçek hayat problemlerinin çözümünde faydası çok çok az oluyor. Bunlar da hesap işlerinde (İnatçı).

Üniversite öncesi aldığımız matematik eğitiminin de mutlaka faydası oluyor günlük hayat problemlerinde. Örneğin alışverişe çıktığımızda matematiği kullanıyoruz. Ama üniversite öncesi alınan matematik eğitimi daha büyük ve daha genel bir problemle karşılaşıldığında çözüm için yeterli değildir. Üniversite öncesi matematik, üniversitedeki teoremlerin, ispatların, matematiksel modellerin bir son aşaması, sadece sayılara dökülmüş halidir (Hiçbirşey).

Öğretmen adayları ile yapılan ön görüşmelerde üç tanesi Schubauer-Leoni ve Perret-Clermont’a (1985) ve Ossimitz’e (1989) in ifade ettiği gibi üniversite öncesi almış oldukları eğitimin faydalı olduğu görüşündedirler. Doerr (1997) da yaptığı çalışmada üniversite öncesi eğitimin önemini vurgulamaktadır. Son matematiksel modelleme görüş anketinde de bazı öğretmen adaylarının da ifade ettiği gibi üniversite öncesi eğitim gereklidir ancak yeterli değildir. Öğretmen adayları ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan sorulara dayanarak görüşlerini ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının bunu görebilmeleri uygulama sırasında ne tür sorularla karşılaşacaklarını tahmin etmeleri açısından güzeldir diyebiliriz.

Ön görüşmede yer alan 4.soru : Üniversite süresince aldığınız eğitimin gerçek hayat problemlerinin çözümünde faydasının olup olmadığını açıklayınız. Bu soru ile ilgili cevapların analizi Tablo 23 te verilmektedir.

Tablo 23: Ön Görüşmede Yer Alan 4. Soruda “Üniversite süresince aldığınız eğitimin gerçek hayat problemlerinin çözümünde faydasının olup olmadığını açıklayınız.” İfadesine Verilen Cevapların Analizi

Faydalı olma	✓ Bazı derslerde oldu. 1. sınıfta Genel Matematik dersinde olduğunu düşünüyorum. (1) ✓ Faydası oldu. Üniversiteye gelince matematiği bir kalıba oturtma imkanına sahip oldum. (2)
Faydalı olmama	✓ Üniversitede aldığım eğitimin hiçbir etkisi olmadı. (3) ✓ Günlük hayatta gerekmediğini söyleyebilirim. Belki gerekiyordur ben bilmiyorum şu anda. Tam bilmiyorum da yani günlük hayatta çok fazla gerektiğini sanmıyorum. (5)
Hiç karşılaşmama	✓ Onu hiç denemedim, yani öyle bir problemle karşılaşmadım.(4)

Tablo 23 te görüldüğü gibi 1 ve 2 numaralı öğretmen adayları 4. soruda gerçek hayat problemlerinin çözümünde üniversite süresince almış oldukları eğitimin faydalı olduğu belirtmişlerdir. Ayrıca 1 numaralı öğretmen adayı 3. soruda yer alan üniversite öncesi almış oldukları eğitimin çok faydası olmadığını belirtmişti. Ona göre bir gerçek hayat problemi çözebilmek için üniversitede almış oldukları eğitim gerekmektedir. 1 numaralı öğretmen adayının bu konudaki görüşü aşağıdaki gibidir:

“Birinci sınıfta derste olduğu düşünüyorum. En azından yardımcı oldu. Onun ders işleyiş şekli zaten öğrenci merkezli. Derse geliste biz hiçbir şey bilmeyiz yine aktiviteler vardır, neler bildiğimizi ölçen ne düşündüğümüzü. Dersi biraz daha farklıydı. Belki o yüzden.”(1)

Daha önce de belirtildiği gibi araştırmanın başında öğretmen adaylarına 3 soruluk matematiksel modelleme beceri testi uygulanmıştır. Öğretmen adayları bu testteki soruları (3. soru hariç. Bu soruda fizik bilgisini kullanmışlardır.) sadece 4 işlem kullanarak yanıtlamışlardır. Soruların yanıtları öğretmen adaylarına bildirilmeden matematiksel modelleme görüş anketi ve görüşmeler yapılmıştır. Böylece öğretmen adayları bu soruların doğru çözümlerini bilmeden kendi çözümlerine göre matematiksel modelleme görüş anketinde ve görüşmede yer alan soruları yanıtlamışlardır. Bu yüzden 3 ve 5 numaralı öğretmen adayına göre bir gerçek hayat problemini çözebilmek için dört işlem yeterlidir. Üniversite süresince almış oldukları eğitimin bir faydası olmadığını belirtmişlerdir.

4 numaralı öğretmen adayı bu soruda üniversite süresince bir gerçek hayat problemi ile karşılaşmadığını ve böyle bir problemi çözmeye çalışmadığını belirtmiştir.

Zambuja (1989) ve Rose’a (1974) göre matematiksel modelleme sürecinde bir çok matematiksel kavramlar; grafikler, fonksiyonlar, yüzde hesapları, oran-orantı, olasılık, denklemler, ölçümler, matris, geometri ve istatistik kullanılmaktadır. Bu yüzden öğrencinin matematiksel modelleme sürecinde başarılı olabilmesi için bu kavramları bilmesi gerekmektedir. 1 ve 2 numaralı öğretmen adaylarının da belirttiği gibi üniversite süresince aldıkları eğitim gerekli olmalıdır.

Öğretmen adaylarına rumuz kullanılarak uygulanan ön matematiksel modelleme görüş anketinde, 8 öğretmen adayı Bulmaca rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 8 öğretmen adayı İrfan rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 5 öğretmen adayı Bordo rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. Bazı öğretmen adaylarının bu soruya karşılık verdikleri yanıtlar aşağıdaki gibidir:

Üniversitede aldığımız eğitim bilgi ağırlıklı. Bu bilgileri günlük hayatta biraz daha basit matematiksel işlemlerle problemlere çözüm buluyorum. Üniversite matematiğini pek kullanmıyorum (Bulmaca).

Eğer kullanmasını bilirse faydalı olduğu muhakkak (İrfan).

Üniversitede aldığım eğitimin gerçek hayat problemlerinin çözümünde en fazla yüzde onluk bir faydası olabilir diye düşünüyorum. Öğrendiklerimin çoğunu unutacağımı düşünüyorum, unutamadıklarımın ise gerçek hayat problemlerinin çözümünde benim işime yarayacağını sanmıyorum (Bordo).

Ön görüşme ve ön matematiksel modelleme görüş anketinde yer alan bu soruda yukarıda belirtilen öğretmen adaylarının görüşlerine göre Zambuja (1989) ve Rose'un (1974) belirttiği gibi üniversite süresince alınan bir çok ders matematiksel modelleme için gereklidir. Ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan sorularda bunları kullanan öğretmen adayları bu derslerin gerekli olduğunu ifade etmişlerdir. Ancak üniversite öncesi aldıkları eğitimi kullanan öğretmen adaylarına göre de pek bir faydasının olmadığı görüşündedirler. Uygulama öncesi yer alan bu sorularda öğretmen adaylarının Berry ve Houston (1995), Moscardini (1989) ve Kaiser (2007) tarafından ifade edilen matematiksel modelleme aşamaları için gerekli konulardan haberdar olmadıkları söylenebilir.

Son görüşmede yer alan 3.soru : Üniversite süresince aldığınız eğitimin matematiksel modelleme ile ilgili bilgi ve becerinize faydasının olup olmadığını açıklayınız. Eğer üniversitede aldığınız eğitimin faydası olmuşsa hangi ders/dersler olduğunu nedenleri ile birlikte açıklayınız.

Bu soru ile ilgili cevapların analizi Tablo 24 te verilmektedir.

Tablo 24: Son Görüşmede Yer Alan 3. Soruda “Üniversite süresince aldığınız eğitimin matematiksel modelleme ile ilgili bilgi ve becerinize faydasının olup olmadığını açıklayınız. Eğer üniversitede aldığınız eğitimin faydası olmuşsa hangi ders/dersler olduğunu nedenleri ile birlikte açıklayınız.” İfadesine Verilen Cevapların Analizi

Cevap kategorileri	Öğrencilerin açıklamaları
Genel Matematik dersinin faydası	✓ Genel matematik dersinde gördüğümüz konular matematiksel modellemeyi çözmemizde yardımcı oldu bize. Türev, üstel fonksiyonlar, logaritmik fonksiyonlar bunları kullandık. (1) ✓ Türevi, üstel, logaritmik fonksiyonları kullandık. (2) ✓ %5 oranında genel matematik dersinin faydası oldu. (3) ✓ Genel matematik dersi yararlı oldu. (4) ✓ Genel matematik 1 ve 2 faydalı oldu. (5)
Diferensiyel denklemler dersinin faydası	✓ Diferensiyel denklemler dersi faydası oldu. (1, 2, 4, 5)

Tablo 24 te görüldüğü gibi öğretmen adayları ile yapılan son görüşmede öğrencilerin hepsi üniversite süresince almış oldukları Genel Matematik dersinin matematiksel modelleme ile ilgili bilgi ve becerilerine faydası olduğunu belirtmektedirler.

Ön görüşmede bu soruya karşılık sadece 1 numaralı öğretmen adayı Genel Matematik dersinin faydalı olduğunu belirtmiştir. 2 numaralı öğretmen adayı da matematiği anlamak için faydalı olduğunu belirtmiştir. 3 ve 5 numaralı öğretmen adayları faydası olmadığını belirtirken 4 numaralı öğretmen adayı daha önce denemediğini belirtmiştir.

Son görüşmeye katılan 1,2,4 ve 5 numaralı öğretmen adayları diferensiyel denklemler dersinin de faydalı olduğu görüşündedirler. 4 numaralı öğretmen adayı bu konudaki düşüncesini şöyle ifade etmektedir:

“Bilgi ve becerisine, aldığım bazı derslerin mesela matematiksel formüle etmeye geçiş yönteminde, matematiksel modelleme yaparken etkisi olduğuna

inanyorum. Onun dışında bize verilen derslerde sadece yöntemler verildiği için bazı derslerde bunların mesela nasıl nerede uygulanıyor bize verilmediğinden dolayı, çok fazla elimizdeki bilgiyi analiz edemiyoruz. Nerede nasıl kullanırız diye ama bunun dışında bazı dersler var özellikle analiz dersleri, diferensiyel denklemler dersinin de yararlı olduğunu öğrendim. Genel matematik, bu dersler yararlı matematiksel modelleme için.”(4)

Öğretmen adaylarına rumuz kullanılarak uygulanan son matematiksel modelleme görüş anketinde, 10 öğretmen adayı Bulmaca rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 5 öğretmen adayı İrfan rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 6 öğretmen adayı Bordo rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. Bazı öğretmen adaylarının bu soruya karşılık verdikleri yanıtlar aşağıdaki gibidir:

Bu derste birçok olayı matematiksel olarak inceledik. Diferensiyel matematik dersinde bazı bu tür matematik modelleri gördük (Bulmaca).

Bence kesinlikle faydası oluyor. Özellikle genel matematik ve olasılık derslerinin(İrfan).

Faydasının olduğunu düşünmüyorum (Bordo).

Son görüşmede ve son matematiksel modelleme görüş anketinde bazı öğretmen adaylarının bu soru ile ilgili olarak görüşlerine göre Spanier (1980) ve Sağlam ve Chaachoua (2006) nın ifade ettiği gibi diferensiyel denklemler dersinin faydalı olduğunu anladıkları söylenebilir.

Ayrıca Hermann ve Hirsberg (1989) in ifade ettiği gibi öğretmen adaylarının diferensiyel denklemleri içeren matematiksel modelleme örneklerinin yer alması görüşünde olduklarını söyleyebiliriz.

Spanier (1992) in çalışmasında olduğu gibi öğretmen adayları bu derslerde matematiksel modellemenin kullanımı ile matematiğe bakış açılarının değişeceği söylenebilir.

Ön görüşmede yer alan 5. soru: Matematik öğretim programında gerçek hayat problemlerine yer verilmesi hakkında ne düşünüyorsunuz? Açıklayınız.

Bu soru ile ilgili cevapların analizi Tablo 25 te verilmektedir.

Tablo 25: Ön Görüşmede Yer Alan 5. Soruda “Matematik öğretim programında gerçek hayat problemlerine yer verilmesi hakkında ne düşünüyorsunuz? Açıklayınız.” İfadesine Verilen Cevapların Analizi

Cevap kategorileri	Öğrencilerin açıklamaları
Üniversite sınavı engeli	✓ Aslında iyi olur, ama lise öğrencileri ya da ortaokul öğrencileri açısından düşündüğüm zaman ben olumlu bir sonuç vereceğini düşünmüyorum pek. Bir lise öğrencisi o dönemde üniversite sınavı ile yoğunlaşmış bir şekilde, bunlara hiç bakacağını, uğraşacağını ben düşünmüyorum. (1)
Öğrencilerden bazılarına verme	✓ Öğrenci eğer matematikle ilgili bir alanı seçmeyecekse, mühendislik veya matematikle ilgili bir alanı seçmeyecekse sadece gerçek hayat problemlerine daha çok ağırlık verilmeli. Ama eğer yok eğer ben matematikle ilgili bir alanı seçmek istiyorum derse, temeli şu anki lise öğretim programından daha ağır olmalı bence. (2)
Faydası olma	✓ Verilmesinin bence hiçbir zararı olmaz, faydası olur. (3) ✓ Kesinlikle yer verilmeli. Ezberci bir eğitimden uzaklaşmış olurlar. Matematik dersi daha hevesli geçer. (4)
Konuya göre verme	✓ Çok fazla verileceğini düşünmüyorum. Problemler kısmında verilirdi. (5)
Lise öğretim programında verilmesi ile ilgili olarak öğrencilerin görüşleri	✓ Bir lise öğrencisi o dönemde üniversite sınavı ile yoğunlaşmış bir şekilde, bunlara hiç bakacağını, uğraşacağını ben düşünmüyorum. (1) ✓ Lisede yer verilmeli. (1, 2) ✓ Lisede çok fazla verileceğini düşünmüyorum. (5)

Tablo 25 in devamı: Ön Görüşmede Yer Alan 5. Soruda “Matematik öğretim programında gerçek hayat problemlerine yer verilmesi hakkında ne düşünüyorsunuz? Açıklayınız.” İfadesine Verilen Cevapların Analizi

Cevap kategorileri	Öğrencilerin açıklamaları
İlköğretim 2. Kademe öğretim programında verilmesi ile ilgili olarak öğrencilerin görüşleri	✓ Orada verilmesi iyi olur. (1) ✓ Orada da uygun olur. O yaşa uygun gerçek hayat problemleri veririz. (3) ✓ İlköğretim 2. kademe öğrencilerin seviyesine çok fazla inilebileceğini sanmıyorum. (5)
İlköğretim 1. Kademe öğretim programında verilmesi ile ilgili olarak öğrencilerin görüşleri	✓ 1., 2., 3. sınıf öğrencileri sorulara ne kadar cevap verebilirler ama 4., 5. sınıf öğrencilerine verilebilir diye düşünüyorum. (1) ✓ Yapılmalı. (2) ✓ Bence verilir, her yaşta verilir. (3) - Çok faydalı olabileceğini sanmıyorum. (5)
Anasınıfı öğretim programında verilmesi ile ilgili olarak öğrencilerin görüşleri	✓ Onlara matematiksel işlemlerin kullanılmadığı gerçek hayat problemleri sorulabilir. (1) ✓ Ana sınıfında da öğretilmeli ama onların seviyesine göre. (2) ✓ Ana sınıfında veremeyiz. Çünkü orada matematik bilmiyorlar. Gerçek hayat problemleri, matematikteki gerçek hayat problemleri diye bir kısıtlamamız yoksa o zaman verebiliriz. (3) ✓ Ana sınıfında olmaz diye düşünüyorum. (5)

Tablo 25 te görüldüğü gibi öğretmen adayı 5. soruda matematik öğretim programında gerçek hayat problemlerine yer verilmesi hakkındaki görüşleri sorulmuştur. Öğretmen adayları görüşlerini belirttikten sonra görüşmeci bu soruyu ortaöğretimde, ilköğretim 1. kademe ve 2. kademe, anasınıfında gerçek hayat problemlerine yer verilmesi hakkındaki görüşlerini ayrıca almıştır. 1 numaralı öğretmen adayı, gerçek hayat problemlerinin matematik öğretim programında yer alması durumunda öğretmen adaylarının buna pek ilgi göstermeyeceğini belirtmiştir. Özellikle ortaöğretim ve ilköğretim 2. kademesinde öğrencilerin sınav stresi yüzünden bu tarz problemleri çözmek istemeyeceğini belirtmiştir.

2 numaralı öğretmen adayına göre ortaöğretimde bölümlere ayrılmış öğrencilere göre yer verilmelidir. Başarı testinde uygulanan 4 soruyu kendisi genel olarak sadece dört işlemi kullanarak çözdüğü için gerçek hayat problemlerinin çözümünün çok kolay olduğunu düşünmektedir. Bu yüzden ortaöğretimde

matematik-fen alanı öğrencilerine bu soruların çok basit geleceğini belirtmiştir. Sözel ya da Türkçe-Matematik alanındaki öğrencilere bu problemlerin çözülebileceğini düşünmektedir. Tablo 25 te yer alan ifadesine ek olarak aşağıdaki gibi ifade etmektedir:

“Sorduğunuz gibi uçak, eğitim, alan hesabı önemlidir mesela. Bir inşaatta bile alan hesabı kullanılabilir. Kaç tuğla kullanılacağı, kaç kalebodur, kaç fayans gerektiği. Onun için alan hesabı gereklidir. Onlar da örnek olarak verilebilir, öğretilebilir insanlara da, ama matematiğin içine girmek isteyen biri için çok basit kalır bence gerçek hayat problemi. Öğrenciye, öğrencinin eğilimi hakkında araştırmalar yapılması gerekir diye düşünüyorum ben ortaöğretimde. Aslında daha önceden yapılmalı da öğrenci matematiğe yatkınsa, belli bir yerden sonra yoğunlaşmalı belli konulara.”(2)

3 ve 4 numaralı öğretmen adayları matematik öğretim programında gerçek hayat problemlerinin yer almasının faydalı olacağını düşünmektedirler. 4 numaralı öğretmen adayı özellikle ezberci bir eğitimden uzaklaşılacağını ve öğrenciler için matematik dersinin daha zevkli olacağını vurgulamaktadır.

5 numaralı öğretmen adayı göre matematik öğretim programında gerçek hayat problemleri sadece problemler kısmında yer almalıdır. Öğretim programının diğer konularında gerçek hayat problemlerinin yeri olmadığını düşünmektedir.

Ülkemizde ÖSS'nin yarattığı sınav stresi yüzünden 1 numaralı öğretmen adayı matematik dersini teste yönelik işlenmesi gerektiğini düşünmektedir. Özellikle gerçek hayat problemlerinin çözümü için bir zaman kaybı olduğu görüşüne varmıştır.

Tablo 25 te görüldüğü gibi öğretmen adaylarına lise matematik öğretim programında yer verilmeli mi sorusuna karşılık 1 numaralı öğretmen adayı üniversite sınavının engel olduğunu düşünmektedir. Öğretmen adaylarına sınava hazırlanırken bu tarz problemlere zaman ayıramayacaklarını belirtmiştir. 2 ve 3 numaralı öğretmen adayı lise öğretim programında yer verilmesinin faydalı olacağını belirtmişlerdir. 5 numaralı öğretmen adayı lisede çok fazla yer verileceğini düşünmemektedir.

Messmer (1989), Hermann ve Hirsberg (1989) ve Lange'nin (1989) yaptığı araştırmalarda ifade ettikleri gibi öğretmen adaylarının çoğunluğunun, uygulama öncesinde, matematiksel modellemenin matematik öğretim programının içinde yer almalı görüşüne sahip oldukları söylenebilir.

İlköğretim 2. kademe matematik öğretim programında yer verilmeli mi sorusuna karşılık 1 numaralı öğretmen adayı orada üniversite sınavı engeli olmadığını düşünerek yer verilmesi gerektiğini belirtmiştir. 3 numaralı öğretmen adayı, ilköğretim 2. kademe öğrencilerine de verilmesinin uygun olduğunu belirtmiş ayrıca bu seviyedeki öğrenciler için uygun problemler bulunabileceğini belirtmiştir. Buna karşılık 5 numaralı öğretmen adayı, gerçek hayat problemlerinin ilköğretim 2. kademedeki öğrencilerin seviyesine göre çok ağır olduğunu aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“İlköğretim 2. kademe öğrencilerin seviyesine çok fazla inilebileceğini sanmıyorum. Yani 4 işlemde başka öğrencilerin seviyesine inilebilecek bir oran-orantı vardır. Onu da yeni ilköğretim 2. kademe görüyorlar. Bilmiyorum yani çok faydalı olabileceğini sanmıyorum.”(5)

Maab'ın (2007) yaptığı çalışmada olduğu gibi iki öğretmen adayına göre ilköğretim 2. kademe matematik öğretim programında yer alması görüşünde oldukları söylenebilir.

İlköğretim 1. kademe matematik öğretim programında yer verilmeli mi sorusuna karşılık 1 numaralı öğretmen adayı 1., 2. ve 3. sınıf öğrencileri için uygun olmadığını ancak 4. ve 5. sınıf öğrencileri için uygun olduğunu ifade etmektedir. 2 ve 3 numaralı öğretmen adayları bu kademe yer verilmesinin uygun olduğunu ifade etmektedirler. 3 numaralı öğretmen adayına göre her yaşta verilmesi uygundur. Aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Her yaşta verilir diye düşünüyorum. Çünkü gerçek hayat problemi, hayatta karşılaşacağım problemler. O çocuk da o yaşta bir hayatın içinde. Onun da gerçek

hayatta karşılaşacağı ona has problemler vardır. Onları bulup yine onu o işin içine koyabiliriz diye düşünüyorum.” (3)

5 numaralı öğretmen adayı ilköğretim 1. kademedede de verilmesinin uygun olmadığını belirtmiştir.

Anker'in (1989) çalışmasında olduğu gibi burada öğretmen adaylarının çoğunluğu ilköğretim 1. kademedede matematiksel modellemeye yer verilmesi görüşündedirler. Matematiksel modelleme hakkında çok şey bilmeyen öğretmen adaylarının bu konudaki görüşlerine göre çalışmaya olumlu baktıkları söylenebilir.

Anasınıfı öğrencilerine uygulanmalı mı sorusuna karşılık 1 ve 2 numaralı öğretmen adayları onların seviyesine göre uygun gerçek hayat problemleri sorulabileceğini belirtmişlerdir. Anasınıfı öğrencilerine göre matematiksel işlemlerin yer almadığı gerçek hayat problemlerinin var olabileceğini düşünmektedirler. Nasıl vereceklerini bilmiyorlar ama yer verilmesi gerektiğini ifade ediyorlar. 2 numaralı öğretmen adayı aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

“Ana sınıfında da öğretilmeli ama onların seviyesine göre. Ben bilemem belki onların seviyesine nasıl inebilirim, nasıl anlatabilirim onlara diye. Çünkü lise eğitimi alıyoruz biz burada. Ama öğretilince alabiliyor öğrenci.” (2)

İlköğretim 1. kademe matematik öğretim programında gerçek hayat problemlerine yer verilmeli mi sorusuna karşılık *“Her yaşta yer verilmelidir.”* İfadesini kullanan 3 numaralı öğretmen adayı, anasınıfında yer verilemeyeceğini düşünmektedir. Tablo 25 te görüldüğü gibi öğretmen adayının, gerçek hayat probleminin ne olduğunu kesin olarak kavrayamadığı görülmektedir.

5 numaralı öğretmen adayı anasınıfı öğretim programında da gerçek hayat problemlerine yer verilmemesi gerektiğini ifade etmektedir.

Akman, Yükselen ve Uyanık (2002) ın ifade ettiği gibi bu soruda öğretmen adaylarından ikisi olumlu olarak yaklaşmışlar ve anasınıfında verilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Böylece bu öğretmen adaylarının okul öncesi eğitim kurumlarında

günlük olayları kullanmak, çocuklara matematiği öğretmek için bir fırsat olduğunun farkına vardıkları söylenebilir.

Akman, Yükselen ve Uyanık (2002) da belirttiği gibi anasınıfı öğretim programına uygun matematiksel modeller geliştirilebilir. Böylece öğrencinin matematik kavramının gelişmesine katkıda bulunabilir.

Öğretmen adaylarına rumuz kullanılarak uygulanan ön matematiksel modelleme görüş anketinde, 4 öğretmen adayı Neşe rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 6 öğretmen adayı İnatçı rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 6 öğretmen adayı Patron rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 5 öğretmen adayı Free rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir Bazı öğretmen adaylarının bu soruya karşılık verdikleri yanıtlar aşağıdaki gibidir:

Bence her konuyla ilgili bir tane ya da daha çok gerçek hayat problemi olmalı. Çocuklar matematikle gündelik hayat arasındaki ilişkiyi kurarsa matematik daha anlamlı gelecektir. Bir tane gerçek hayat problemi çözdükten sonra diğer problemleri düşünmek daha kolay olacaktı (Neşe).

Bence matematik öğretim programında gerçek hayat problemlerine yer verilmeli. Ben aldığım bilginin ne işe yaradığını, nerede kullanıldığını, nasıl elde edildiğini bilmeliyim ki ben o konuları biliyorum demeliyim (İnatçı).

Basit olarak verilmesinin çok faydalı olacağını düşünüyorum. Çünkü böylelikle matematik öğrencilerin dikkatini çekmeye başlayacak ve sıkıcı bir ders olarak görülmekten kurtulacaktır (Patron).

Öğretim programlarına gerçek hayat problemlerine yer verilmeli. Matematik, insanların gözünde sorun bir ders olduğu için matematiği insanlara sevdirmede hayatın bir parçası olduğunu gözlemede en iyi yol budur (Free).

Neşe, İnatçı, Patron ve Free rumuzlu öğretmen adaylarının hepsi gerçek hayat problemlerinin, matematik öğretim programında yer alması gerektiğini ifade etmektedirler.

Neşe rumuzlu öğretmen adayı, her konunun içinde gerçek hayat probleminin yer alması görüşündedir. Buradan matematik konularının anlatımında , gerçek hayat problemlerinden örnekler vererek konunun işlenmesini ifade ettiğini söyleyebiliriz. Ayrıca matematik konuları ile günlük hayattan alınan örneklerin ilişkilendirileceğini ifade ettiğini söyleyebiliriz.

İnatçı rumuzlu öğretmen adayına göre matematik öğretim programında gerçek hayat problemleri yer almalıdır. Böylece öğrendiği matematik konusunun ne olduğunu iyice anlayacağını ifade etmektedir. Ancak gerçek hayat problemlerini, matematik öğretim programına nasıl yerleştireceği ile ilgili bir yorum yapmamaktadır.

Patron ve Free rumuzlu öğretmen adayları ise matematik dersinin daya eğlenceli ve daha faydalı olabilmesi için, gerçek hayat problemlerinin matematik öğretim programında olması gerektiğini ifade etmektedirler.

Ön matematiksel modelleme görüş anketinde çoğu öğretmen adayları da Hoyles ve Noss'un (2007) ifade ettiği gibi matematiksel modellemenin, matematik öğretim programında yer alması görüşündedirler.

Son görüşmede yer alan 4. soru: Ortaöğretim Matematik Öğretim Programında matematiksel modellemeye yer verilmesi hakkındaki düşüncelerinizi nedenleri ile birlikte açıklayınız.

Bu soru ile ilgili cevapların analizi Tablo 26 da verilmektedir.

Tablo 26: Son Görüşmede Yer Alan 4. Soruda “Ortaöğretim Matematik Öğretim Programında matematiksel modellemeye yer verilmesi hakkındaki düşüncelerinizi nedenleri ile birlikte açıklayınız.” İfadesine Verilen Cevapların Analizi

Cevap kategorileri	Öğrencilerin açıklamaları
Olumsuz	✓ Verilse iyi olur ama öğrenciler tarafından dikkate alınır mı bilemiyorum. Pek ilgilerini çekeceğini sanmıyorum bu dersin. Verilse de pek bir sonuç alınır mı orasını bilemiyorum. (1) ✓ Ayrı bir ders olarak verilmesi anlamsız olur yani. Her konunun ana hatları verildikten sonra bu konu nerelerde kullanılıyormuş diye örnekler gösterilebilir. (2)
Olumlu	✓ Bence yer verilmesi gerekiyor. Öğrenciler biraz daha kafalarını kullanmayı öğrenecekler. Biraz daha faydalı olabilmeyi, olaylara, günlük hayattaki olayların içine girmeyi öğrenecekler. Lisedeki çocukların hayata daha erken atılmaları için biraz daha bilinçli yaklaşabilmeleri için bence bu dersin konması gerekiyor. (3) ✓ Yer verilmeli bence kesinlikle. Öğrencinin öğrendiği bilgileri soyutlaştırıp kafasında canlandırması, en azından nerede işe yaradığını görüp daha hevesle öğrenebilmesi için gerekli. (4) ✓ Bence yer verilmelidir. Öğrencilerin bir soru karşısında nasıl davranabilecekleri, hiç bilmedikleri bir soru karşısına geldiğinde bu soruya nasıl davranacakları, nasıl yaklaşabileceklerini anlamaları açısından önemlidir. (5)

Tablo 26 da görüldüğü gibi bu soruya karşılık 1 numaralı öğretmen adayı ön görüşmede de belirttiği gibi son görüşmede de verilmesinin iyi olacağını ancak bir sonuç alınamayacağını ifade etmektedir. Öğretmen adaylarının sınav stresi yüzünden dikkatlerini çekmeyeceğini düşünmektedir.

2 numaralı öğretmen adayı “matematiksel modelleme” adı altında ayrı bir ders olarak verilmesinin anlamsız olduğunu belirtmektedir. Öğrencilere her konuda örnekler verilerek anlatılması gerektiğini belirtmektedir. 2 numaralı öğretmen adayı ön görüşmede sadece belli seviyedeki öğrencilere verilmesi gerektiğini belirtmişti.

3, 4 ve 5 numaralı öğretmen adayları kendileri bu dersi üniversitede aldıktan sonra ortaöğretimde öğrenciler için faydalı olacağını ifade etmektedirler. 3 ve 4 numaralı öğretmen adayları ön görüşmede de faydalı olacağını belirtirken 5 numaralı

öğretmen adayı ortaöğretimde ilk görüşmede ortaöğretimde çok fazla gerekmediğini belirtmişti. Üniversitede bu dersi aldıktan sonra düşüncesinin değiştiği gözlenmektedir.

Spainer (1992), Zambuja (1989), Moscardini (1989), Lange (1989), Reusser ve Stebler (1997), Mc Lone (1973), D'Ambrosio (1989), Cooke (2003) ve Vitale (1989) yaptıkları araştırmalarda olduğu gibi bu soruda öğretmen adaylarının çoğunluğu matematiksel modellemenin matematik öğretim programında yer almasının gerekli olduğunu vurgulamaktadırlar. Böylece öğretmen adaylarının uygulama sonrasında matematiksel modellemenin önemini kavrayıp bunun öğretim programında yer alması görüşüne sahip oldukları söylenebilir.

Öğretmen adaylarına rumuz kullanılarak uygulanan son matematiksel modelleme görüş anketinde, 5 öğretmen adayı Neşe rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 7 öğretmen adayı İnatçı rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 6 öğretmen adayı Patron rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 3 öğretmen adayı Free rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir Bazı öğretmen adaylarının bu soruya karşılık verdikleri yanıtlar aşağıdaki gibidir:

Bence konulardan sonra bir tane matematiksel modelleme yapılabilir. Gerçekten gerçek hayat problemlerine daha iyi cevaplar bulabilirler, öğretim programından sonra (Neşe).

Matematik öğretim programında matematiksel modellemeye yer verilmesi gerektiğini düşünüyorum. Çünkü ezbere dayalı bir sistem yerine insanı düşündüren ve araştırmaya sevk eden bir sistemin daha yararlı olacağını düşünüyorum (İnatçı).

Basit olarak verilmesinin çok faydalı olacağını düşünüyorum. Çünkü böylelikle matematik öğrencilerin dikkatini çekmeye başlayacak ve sıkıcı bir ders olarak görülmekten kurtulacaktır (Patron).

Bence şu anki orta öğretim programı yeterli değil. Ayrıca öğretim programı yeterli olsa dahi sınav sistemi bu öğretim programının uygulanmasını olumsuz yönde etkilemektedir. Bence hem bu sınav sistemi değiştirilmeli bunun paralelinde de öğretim programı değiştirilmelidir (Free).

Free rumuzlu öğretmen adayı hariç diğer öğretmen adaylarının uygulama sonrasında bu görüşe olumlu baktıkları söylenebilir. Ön matematiksel modelleme görüş anketinde de bu öğretmen adayları öğretim programında yer verilmesi görüşündeydiler. Ancak *Free* rumuzlu öğretmen adayının uygulama sonrasında görüşlerinde değişiklik olduğu söylenebilir.

Ön görüşmede yer alan 6. soru: Siz öğretmenlik yaparken gerçek hayat problemlerine derslerinizde ne kadar yer vermeyi düşünüyorsunuz? Açıklayınız.

Bu soru ile ilgili cevapların analizi Tablo 27 de verilmektedir.

Tablo 27: Ön Görüşmede Yer Alan 6. Soruda “Siz öğretmenlik yaparken gerçek hayat problemlerine derslerinizde ne kadar yer vermeyi düşünüyorsunuz? Açıklayınız.” İfadesine Verilen Cevapların Analizi

Cevap kategorileri	Öğrencilerin açıklamaları
Öğrencilerin durumuna göre	✓ Ben vermeyi düşünüyorum da o zaman öğrencilerin tepkisi ne olur, bilgisi ne olur bu tip sorulara karşı ya da benim konumum ne olu onu bilemiyorum. (1)
Öğretmenin konumuna göre	✓ Veririm, çünkü bu konunun bendeki eksikliğini anlayabiliyorum. (1) ✓ Çözeceğim. Öğrenci daha iyi anlar. (2) ✓ Gerçek hayat problemlerine ancak üniversitede öğrenebildiğim çapta yer verebilirim. (3) ✓ Veririm. Verebileceğim ölçüde. (4) ✓ Vermek istiyorum. Fakat bu konuda şu anda elimde bir bilgi yok. Belki araştırma gerekecek. Bilmiyorum eğer böyle bir kaynak, böyle bir bilgi elime ulaşırsa gerçekten vermek istiyorum. (5)

Tablo 27 de görüldüğü gibi öğretmen adaylarının, öğretmenlik yaparken gerçek hayat problemlerini derslerinde yer verip vermeyecekleri hakkında görüşleri alınmaktadır. 1 numaralı öğretmen adayı lise öğrencilerinin üniversite engeliyle karşı

karşıya olduğunu düşünüp öğrencilerinin ilgi ve istekleri doğrultusunda yer vereceğini belirtmektedir.

2, 3, 4 ve 5 numaralı öğretmen adayları da kendi derslerinde gerçek hayat problemlerine yer vermek istediklerini belirtmektedirler. 3 ve 5 numaralı öğretmen adayı şuan böyle bir bilgiye sahip olmadıklarını ancak öğrendikten sonra verebileceklerini vurgulamaktadırlar.

5 numaralı öğretmen adayı ayrıca 1 numaralı öğretmen adayı ile aynı düşünceye sahiptir. Aşağıdaki gibi ifade etmektedir:

“İşte üniversite sorunu var, sınav sorunu var. Yani çoğu kişinin belki de dikkatini çekmeyecek bu konular. Gerçek hayat problemleri dendiğinde belki de burun kıvracaklar. Seni dinlemek istemeyecekler. Çünkü sen ona konuyu vermişsin, o ona yetecek. Yani öyle düşünecek. Ben, biz bu gerçek hayat problemlerini yaptığımız zaman siz bu konuyu daha iyi öğrenirsiniz, önünüze çıkan problemleri daha iyi yaparsınız diye bir şeyi açıklayamazsam eğer dediğim gibi onlar buna burun kıvracaklar. Eğer bunu açıklayabilirsem ki bu da lise sonda, lise son öğrencilerini ne yaparsanız yapın, onları motive edemezsiniz. Çünkü onlar sürekli üniversite sınavını düşündükleri için onlarla çok fazla diyalogumuz olmaz bu konuda. Belki lise 1, lise 2 öğrencisine bunu yapabilirim ki eğer dediğim gibi bunu yaparsam, bunu aşılabilirsem, gerçek hayat problemlerini derslerimde yer vermeyi düşünüyorum.”(5)

Lange'nin (1989) yaptığı çalışmada olduğu gibi bu soruda öğretmen adaylarının hepsi kendi derslerinde gerçek hayat problemlerine yer vermeyi düşünmektedirler. Ancak uygulama öncesinde böyle bir soru ile karşılaştıkları için matematiksel modelleme hakkında pek bir bilgileri yoktur. Dolayısıyla nasıl yer verecekleri konusunda bilgilerinin olmadığı söylenebilir.

Öğretmen adaylarına rumuz kullanılarak uygulanan ön matematiksel modelleme görüş anketinde, 8 öğretmen adayı İrfan rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 5 öğretmen adayı Bordo rumuzlu öğretmen

adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 8 öğretmen adayı Neşe rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. Bazı öğretmen adaylarının bu soruya karşılık verdikleri yanıtlar aşağıdaki gibidir:

Elimden geldiğince çok. Dolayısıyla daha geniş çaplı araştırmalar yaparak öğrencilere çokça örnekler göstermek ve bu uygulamaları yaptırmak istiyorum (İrfan).

Gerçek hayat problemlerine yer vermek isterim ama başarabileceğimi sanmıyorum (Bordo).

Ben gerçekten gerçek hayat problemlerine yer vermek istiyorum. Örneğın konuya göre, öğrencilerin durumuna göre bir problem oluşturarak çocuklara daha somut problemler sunmak istiyorum (Neşe).

Ön matematiksel modelleme görüş anketinde yukarıda bazı öğretmen adaylarının görüşleri yer almaktadır. Burada İrfan ve Neşe rumuzlu öğretmen adaylarının konuya uygun örnekler vererek derslerinde kullanmak istediklerini söyleyebiliriz. Bordo rumuzlu öğretmen adayı da derslerinde yer vermek istediğini ancak bunu nasıl yapacağını bilmediğini ifade etmektedir. Bu öğretmen adaylarının Lange'nin (1989) çalışmasında olduğu gibi derslerinde gerçek hayat problemlerinden örneklerle yer vermek istedikleri ancak bunu nasıl yapacaklarını bilmediklerini söyleyebiliriz.

Ön görüşmelerde 6. soruda yer alan “siz öğretmenlik yaparken gerçek hayat problemlerine derslerinizde ne kadar yer vermeyi düşünüyorsunuz?” sorusu son görüşmelerde 5. soruda ‘gerçek hayat problemleri’ ifadesi ‘matematiksel modelleme’ olarak değiştirilerek sorulmuştur.

Son görüşmede yer alan 5. soru: Siz öğretmenlik yaparken matematiksel modellemeyi derslerinizde ne kadar yer vermeyi düşündüğünüzü açıklayınız.

Bu soru ile ilgili cevapların analizi Tablo 28 de verilmektedir.

Tablo 28: Son Görüşmede Yer Alan 5. Soruda “Siz öğretmenlik yaparken matematiksel modellemeyi derslerinizde ne kadar yer vermeyi düşündüğünüzü açıklayınız.” İfadesine Verilen Cevapların Analizi

Cevap kategorileri	Öğrencilerin açıklamaları
Öğrencilerin hepsi öğretmenlik yaparken derslerinde matematiksel modellemeye yer vereceklerini belirtmektedirler.	
Örnek vererek açıklama	✓ Ben öğrencilerin en azından matematiksel modellemenin ne olduğu hakkında kafalarında bir fikir oluşması için ne olduğundan bahsederim. Bir tane örnek çözebilirim. (1) ✓ Konuları gösterdikten sonra çocukların kafasında bir şekil oluşması açısından soyuttan somuta geçme açısından birkaç örnek veririm. Ama mutlaka da bunun üstünde durayım, mutlaka anlayın demem herhalde. 2-3 örnekle veririm. Anlar herhalde onlar da. (2) ✓ Bir soruyu çözerken önce soruyu anlayın, sonra kafanızda ilişkiler kurun diye 5-10 dakika nasıl yaklaşacaklarını anlatırım. Ondan sonra hani sizin yaptığınız gibi soruyu verir onların bulmalarını isterim. Öyle olur. Ama sonuçta benim düşüncem şu. Günlük hayattaki problemleri siz de çözebilirsiniz. Bir amacım bunları öğretmek olduğu için yaptığım birkaç örnek sonucunda eğer bunlara ulaşırlarsa veririm. (3) ✓ Eğer verebileceğim bir dersse ki her derste verilmesi gibi ya da matematiğin her konusunda verilmesi gibi yer veririm. En azından 1-2 problemle de olsa yer veririm. (4)
Öğrenciler için farklılık sağlama	✓ Elimden geldiği kadar buna değinmek istiyorum. Bir farklılık olsun istiyorum. İşte öğrenciler, matematik, daha çok matematik derslerine gireceğimiz için matematikte işte karşıma çıkan soruları, problemleri daha yaratıcı, ne bileyim daha yapıcı baksınlar diye. Biraz da kendilerinin uğraşmalarını istiyorum o sorularla ilgili. Bunun formülü budur, bu buradan çözülür demek istemiyorum. Çünkü o şekilde olduğu zaman unutuluyor yani, bunun ne üniversiteye faydası olur, ne de ileriye faydası oluyor bizim için. Onu kaldırabilmek için modellemeyi kullanmak gerekiyor bence. (5)

Tablo 28 de görüldüğü gibi 1, 2, 3 ve 4 numaralı öğretmen adayları örnekler vererek matematiksel modellemeye derslerinde yer vereceklerini ifade etmektedirler.

5 numaralı öğretmen adayı öğrencilere farklılık olsun diye elinden geldiğince yer vereceğini belirtmektedir.

1 numaralı öğretmen adayı, öğrencilerin durumuna göre yer vermeyi düşündüğünü belirtmiştir.

Spainer (1992), Zambuja (1989), Moscardini (1989), Lange (1989), Reusser ve Stebler (1997), Mc Lone (1973), D'Ambrosio (1989), Cooke (2003) ve Vitale (1989) yaptıkları araştırmalarda olduğu gibi bu soruda öğretmen adaylarının hepsi matematiksel modellemenin matematik öğretiminde gerekli olduğunun farkına vardıkları söylenebilir. Böylece öğretmen adaylarını bunu derslerinde kullanacaklarını vurgulamaktadırlar.

Öncelikle öğretmen adayları matematiksel modellemenin kullanımını bilmek zorundadırlar ki öğrencilerine bunu en iyi bir şekilde uygulayabilsinler. Ön görüşmelerde öğretmen adayları, matematiksel modellemeyi derslerinde kullanmak istediklerini ancak bu konuda yeterince bilgiye sahip olmadıklarını belirtmişlerdi. Ancak uygulama sonrasında yapılan son görüşmelerde öğretmenlik yaparken matematiksel modellemeyi derslerinde yer vereceklerini belirtmişlerdir. Uygulama sonrasında öğretmen adaylarının bunun önemini iyice kavradıkları söylenebilir.

Öğretmen adaylarına rumuz kullanılarak uygulanan son matematiksel modelleme görüş anketinde, 7 öğretmen adayı İrfan rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 9 öğretmen adayı Bordo rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 5 öğretmen adayı Neşe rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. Bazı öğretmen adaylarının bu soruya karşılık verdikleri yanıtlar aşağıdaki gibidir:

Bir dönemde en az iki örnekle açıklayarak vermek isterim (İrfan).

Şu anki düşüncemle yer vermeyi düşünmüyorum. Eğer faydalı olabilecek seviyeye gelirse o zaman büyük ölçüde yer vermeyi düşünürüm (Bordo).

Eğitim sistemi değişirse yer vermeyi düşünüyorum (Neşe).

Son matematiksel modelleme görüş anketinde bazı öğretmen adaylarının yukarıda belirtilen açıklamalarına göre iki öğretmen adayının yer vermeyi düşünmedikleri görülmektedir. Neşe rumuzlu öğretmen adayının eğitim sisteminden dolayı ve Bordo rumuzlu öğretmen adayının bu konuda kendine güvenememesinden dolayı bu düşüncede oldukları söylenebilir. Bordo rumuzlu öğretmen adayının

matematiksel modelleme ile ilgili yeterli bilgiye sahip olduğunda yer verebileceğini söyleyebiliriz. İrfan rumuzlu öğretmen adayı ise her konu içinde değil de her dönemde ikişer tane matematiksel modelleme problemi çözülmesi gerektiğini ifade etmektedir.

Ön görüşmede yer alan 7. soru: Uygulamalı matematik dersini seçmenizin nedeni nedir?

Bu soru ile ilgili cevapların analizi Tablo 29 da verilmektedir.

Tablo 29: Ön Görüşmede Yer Alan 7. Soruda “Uygulamalı matematik dersini seçmenizin nedeni nedir?” İfadesine Verilen Cevapların Analizi

Cevap kategorileri	Öğrencilerin açıklamaları
Diğer seçmeli ders yüzünden	✓ Diğer seçmeli ders pek hoşuma gitmediği için. (1) ✓ Diğer derslerden çok farklı bir ders olabilirdi. (4)
Arkadaşlar yüzünden	✓ Benim arkadaş gurubum bu dersi seçmişti. (1)
Öğrenci açısından iyi olacağını düşünme	✓ Lisede öğretmenlik yaparken benim işime yarayacak diye düşündüm. (2) ✓ Üniversitenin bize bırakacağı bir şeyler olsun istedim. Kültürümüze bir şeyler eklensin diye. (3)
Öğretmen seçimi	✓ Öğretim elemanının dersi olduğu için. (1) ✓ Öğretim elemanının anlatım şeklini biliyorum, seviyorum. (2) ✓ Öğretim elemanının olması. (3) ✓ Hocamızın etkisi oldu. (5)
Matematik uygulamalarının yapılacağını düşünme	✓ Gördüğümüz konulardan işte problemler çözerek bunları uygulamaya döneceğiz diye düşündüm. (5)

Tablo 29 da görüldüğü gibi öğretmen adaylarına bu dersini seçmeleri hakkındaki görüşleri alınmaktadır. Bu derste öğretmen adaylarına matematiksel modellemenin öğretilmesi, uygulama yapılması amaçlanmaktaydı. Bu çalışma bu dersi açılması ile mümkün olmaktadır.

Bu dersi seçmeleri ile ilgili olarak 1 ve 4 numaralı öğretmen adayı bir diğer seçmeli derse katılmak istemediğini, o nedenle bu dersi seçtiklerini belirtmektedirler. 1 numaralı öğretmen adayı ayrıca arkadaş grubu bu dersi seçmek istediği için onlarla birlikte olmak istediğini vurgulamaktadır.

2 ve 3 numaralı öğretmen adayı kendileri için faydalı olabileceğini düşündükleri için bu dersi seçtiklerini ifade etmektedirler. 2 ve 5 numaralı öğretmen adayları dersin adından dolayı türev, integral gibi konularda uygulamalı sorular çözüleceğini 2 numaralı öğretmen adayı ayrıca bunun lisede öğretmenlik yaparken kendisine çok faydalı olacağını düşünmektedirler. Bu düşüncesini aşağıdaki gibi ifade etmektedir:

“Sonuçta bu limit, türev, integral matematik öğretim programının lise 3 konuları ve son zamanlara geliyor. Herkes biliyor ki şimdi son zamanlarda bütün öğrenciler ÖSS ye çalışır. Biz de gerçekçi olmak gerekirse ezberledik. Mantığını bilmiyoruz. Ezberlemek zorunda bırakıldık, sistem gereği. Bir şeyler öğrenemedik. Ama bize dediğim gibi limitten gösterseydi, bir limit kavramı tam anlamıyla gösterilseydi, hani epsilon delta yönteminden bahsetmiyorum ama limit mesela hiçbir zaman dokunamayacağın bir yerdir. Ama ne olduğunu bilirsin onun. Böyle gösterilseydi çok daha faydalı olacağını inanıyorum. Benim işime yarayacak diye düşündüm. Lisede öğretmenlik yaparken, o yüzden seçtim uygulamalı matematik dersini.”(2)

1, 2, 3 ve 5 numaralı öğretmen adayları daha önce öğretim elemanından bu dersi aldıkları için yine bu dersi seçtiklerini belirtmektedirler.

Öğretmen adaylarına rumuz kullanılarak uygulanan ön matematiksel modelleme görüş anketinde, 4 öğretmen adayı Neşe rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 5 öğretmen adayı İrfan rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 6 öğretmen adayı Bulmaca ve Antika rumuzlu öğretmen adaylarının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 2 öğretmen adayı Samsun rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 3 öğretmen adayı Hiçbirşey rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği

şekilde görüşlerini bildirmiştir. Linyit rumuzlu öğretmen adayının görüşleri aşağıda yer almaktadır. Bazı öğretmen adaylarının bu soruya karşılık verdikleri yanıtlar aşağıdaki gibidir:

Merak. Bazı şeyleri daha anlamlandırmak. Düşünmek (Neşe).

Aslına bakarsanız internette ilk seçmeli ders uygulamalı matematikti. Öyle seçtim (Samsun).

İsmi. Artık matematiğin her yerde kullanıldığını insanlara ispatlayabileceğimi düşündüm. Benim için de bir merak konusuydu (İrfan).

Açıkçası başlangıçta bu dersin işlenişi hakkında bir bilgim yoktu. Öğretmeni yüzünden bu dersi seçtim (İnatçı).

Aslında ilk seçtiğimde bu derste bu tür problemler çözeceğimizi bilmiyordum. Ama sizin dersinizi daha iyi anladığım ve zevk aldığım için seçtim diyebilirim (Bulmaca).

Bu dersi seçmemin nedeni matematiğin uygulama alanlarını görmektir (Hiçbirşey).

Uygulamalı matematik dersinin içeriğini bilmeden bu dersi seçtim (Antika).

Devam zorunluluğu olması benim diğer seçmeli derse yönelmeme neden olmuştu. Fakat diğer derste kontenjan olmaması nedeniyle bu dersi seçmek zorunda kaldım (Linyit).

Öğretmen adayları bu dersi seçerken dersin öğretim programı hakkında bir bilgiye sahip değillerdi. Araştırmanın sonucunu etkilememesi için öğrencilere matematiksel modelleme ile ilgili bir ders olduğu söylenmemiştir. O yüzden dersin adına uygun olarak matematik uygulamaları yapılacağını düşünmüşlerdir. Dersin öğretmenin de öğrencilerin seçiminde etkisi olduğu söylenebilir.

Son görüşmede yer alan 8. soru: Üniversitede matematiksel modelleme üzerine bir dersin verilmesi hakkındaki düşüncelerinizi açıklayınız. Bu soru ile ilgili cevapların analizi Tablo 30 da verilmektedir.

Tablo 30: Son Görüşmede Yer Alan 8. Soruda “Üniversitede matematiksel modelleme üzerine bir dersin verilmesi hakkındaki düşüncelerinizi açıklayınız.” İfadesine Verilen Cevapların Analizi

Cevap kategorileri	Öğrencilerin açıklamaları
Matematiksel modellemeyi öğrenme	✓ Aldığımız ders bizim açımızdan iyi oldu. Bilmediğimiz bir kavramı öğrendik. Bilsek bile tam bilmediğimiz bir şeyi öğrendik. Verilmesi iyi oldu. Yani üniversitede yer verilmesi gerekiyor buna. (1) ✓ Ben bu dersi aldığımı çok memnunum. Not açısından değil. En azından analiz konularını bile tekrar etmememe yardımcı oldu. (2) ✓ Üniversite bence verilmeli. Hatta geç bile kalınabilir bence üniversitede verilirse. Ondan daha önceki aşamalarda da verilmesi gerekirken üniversitede hayli hayli verilmesi gerekiyor bence. Verilmesi gerekiyor hocam. Çünkü diğer derslere oranla ben bu dersi daha faydalı görüyorum hocam (3) ✓ Artık üniversite 1 de, lise 3 te gördüğümüz konuları pekiştirip onları kullanabildiğimizi, kullanabilirliğini de öğrendik bu konuda. Modelleme hakkında bilgiler aldık. (3)
Öğretmen adayı için faydalı	○ Bizim için iyi oldu en azından ben öyle düşünüyorum. Matematiksel modellemenin ne olduğunu öğrendik. Günlük hayat problemlerini çözmeye dair modeller oluşturduk. Belki görmeden de oluşturabilirdik ama en azından çözüm yolların nasıl yapıldığını öğrendik. Yer verilmesini olumlu karşılıyorum. Yani bizim için iyi oldu. (1)
	✓ Biz öğretmen adayı olduğumuz için de lisede nasıl kullanabileceğimiz konusunda da birazcık fikir edindik, onlar da faydalı. Sadece limit, türev, integral kullanılmıyor tabi. Bunlar da kullanılıyor. Bunları kullanan problemlerle lisede bunları verebiliriz. Bunları öğrendik işte matematiksel modelleme dersiyse. (5)
Cevap kategorileri	Öğrencilerin açıklamaları
Öğrenci merkezli olması	✓ Öğrenci merkezli olması benim için çok önemliydi. Bizim uğraşlarımız önemliydi. Onlar göz önündeydi. Kullandık yani işte şey yaptık, biraz hocalarımızdan bilgi aldık. Onların verdiği tiyolarla bir yerlere gitmeye çalıştık. Güzel oldu bence. (5)
Ana bir ders olması	✓ Ana bir ders olabilir hatta bu ders. Hani biz seçmeli olarak gördük ya seçmeli değil de bir dersmiş gibi işlenebilir. Çünkü bence bunun faydası daha çok diğer derslere göre. (3)

Tablo 30 da görüldüğü gibi öğrencilerin üniversitede matematiksel modelleme ile ilgili bir dersin verilmesi ile ilgili görüşleri alınmaktadır. 1, 2, 3 ve 5 numaralı öğretmen adayları bu dersi aldıklarına çok memnun olduklarını, matematiksel modellemeyi öğrendiklerini belirtmektedirler. 3 numaralı öğretmen adayı üniversitede böyle bir dersin verilmesi gerektiğini hatta üniversite öncesi aşamalarda da verilmesi gerektiğini ifade etmektedir.

1 ve 5 numaralı öğretmen adayları öğretmen adayı oldukları için böyle bir dersin verilmesinin ileride öğrencileri için de çok faydalı olacağı görüşündedirler. Ayrıca 5 numaralı öğretmen adayı bu dersin öğrenci merkezli olmasının onun için çok önemli olduğunu vurgulamaktadır.

3 numaralı öğretmen adayı bu dersin seçmeli bir ders yerine ana ders olarak üniversitede verilmesi gerektiğini ifade etmektedir.

4 numaralı öğretmen adayı hariç öğretmen adaylarının çoğunluğu Maab (2007), Spanier (1992) ve Kaiser'in (2007) yaptığı çalışmalarda olduğu gibi üniversitede böyle bir dersin verilmesi görüşündedirler. Ayrıca Messmer (1989) yaptığı çalışmada öğretmenlerin hizmet öncesi ve hizmet içi seminerlere alınması gerektiğini vurgulamıştır.

5 numaralı öğretmen adayının ifade ettiği gibi Ikeda ve Stephens (2001) ve Araujo ve Salvador (2001) yaptıkları çalışmalarda öğrenci merkezli eğitimin önemini vurgulamaktadırlar.

McLone'un (1976) belirttiği gibi son görüşmelerde öğretmen adayları bir çok alanda matematiksel modelleme kullanılacağı için üniversitede böyle bir dersin açılması gerekliliğini vurgulamaktadırlar. Öğretmen adaylarının araştırma sonunda bunun gerekliliğini fark ettikleri söylenebilir.

Öğretmen adaylarına rumuz kullanılarak uygulanan son matematiksel modelleme görüş anketinde, 3 öğretmen adayı Şimşek rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 3 öğretmen adayı Antika rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 2 öğretmen adayı

Samsun rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 3 öğretmen adayı Bordo rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 2 öğretmen adayı Neşe rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 2 öğretmen adayı Patron rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. 2 öğretmen adayı Güneş rumuzlu öğretmen adayının ifade ettiği şekilde görüşlerini bildirmiştir. Linyit, İnاتçı, Legent ve Hiçbirşey rumuzlu öğretmen adaylarının görüşleri aşağıda yer almaktadır. Bazı öğretmen adaylarının bu soruya karşılık verdikleri yanıtlar aşağıdaki gibidir:

Verilmeli ama nasıl. Bunu örnekle açıklayayım. Örneğin kuşların nüfus artışı modellemesinde. İlk önce derslerde türev, integral, diferensiyel denklemleri öğrencinin iyi öğrenmesi sağlanmalı. Bunun için bu derslerde uygulamaya önem verilmesi gereklidir (Şimşek).

Bence çok güzel bir fikir. Yaşamın her noktasında matematiğin olduğunu bu ders ile öğrendim (Antika).

Ayrı bir ders değil de her dersin içinde her konunun bir bölümünde yer verilmesi bence faydalı olabilir (Samsun).

Bence güzel. Eğer verilecek olan ders bu konudaki beceriyi artıracak yönde olursa çok faydalı olabilir (Bordo).

Matematiğin nelere yaradığını görmem açısından yararı oldu. Matematik daha çok anlam kazandı. Şu anda bir hayat problemi ile karşılaştığımda ilk aklıma gelecek olan bu ders olur. Matematiğin uygulaması hakkında bize bir çok şey kattı (Neşe).

Kesinlikle yararlı buluyorum. Günlük hayattaki problemlere veya sorunlara yaklaşırken daha sağlıklı düşünmeye başladığımı düşünüyorum. Ayrıca matematiğin sandığımdan daha fazla uygulama alanı olduğunu öğrendim (Patron).

Çok güzel çünkü kendim bir şeyler buldum. Daha önceki bilgilerimin faydalı olduğunu anladım (Güneş).

Matematik bölümünde bence bu konuda aşırıya kaçmamalı. Çünkü bu tarz işler bence mühendislerin işi (Linyit).

Bence matematiksel modelleme üzerine bir ders verilmeli. Yine sınav kaygısı, not kaygısı olmamalı ki öğrenciler daha rahat çalışabilmeli (İnatçı).

Bence bu dersin verilmesini olumlu karşıyorum. Günlük hayat problemlerinin çözümünde bir bakış açımız oldu. Ne yapmamız gerektiği hakkında bir fikrimiz oldu (Legent).

Öğrencilerin matematiğin uygulama alanlarını görmeleri açısından verilmesi olumlu olur diye düşünüyorum (Hiçbirsey).

Şimşek rumuzlu öğretmen adayı, üniversitede böyle bir dersin verilmesi görüşündedir. Ayrıca uygulama sürecinde kendilerine uygulanan matematiksel modelleme sorularından örneklerle bu işin yapılması gerektiği düşüncesindedir. Matematiksel modelleme ile ilgili soruların çözülebilmesi için de öğretmen adaylarının türev, integral, diferensiyel denklemler konularını iyi bilmeleri gerektiğini ifade etmektedir.

Bu çalışmada öğretmen adaylarına yapılan ön matematiksel modelleme görüş anketinde, öğretmen adaylarına integral, türev, logaritma, diferensiyel denklemler ve üstel fonksiyonlar konularında ve bilgisayar kullanabilme becerisi hakkında kendilerini nasıl bulduklarını sormuştuk. Öğretmen adayları ile yapılan çalışma sonrasında öğretmen adaylarının bu konularının önemini anladıklarını söyleyebiliriz.

Antika rumuzlu öğretmen adayının, ilk defa karşılaştığı matematiksel modelleme ile matematik ile gerçek hayat arasında ilişki kurduğunu söyleyebiliriz. Ayrıca bu öğretmen adayının, ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan 3 soruya da boş kağıt verdiğini belirtmek isteriz. Ancak son matematiksel modelleme beceri testinde 1 soruda 0 puan almış diğerlerinde ise matematiksel modelleme yapmaya çalışmıştır. Özellikle bu öğretmen adayının böyle düşünüyor olması çalışma için olumlu bir gelişmedir diyebiliriz.

Samsun rumuzlu öğretmen adayı da matematiksel modellemenin üniversitede yer alması görüşündedir. Ancak ders olarak değil de diğer derslerin içinde yer alması görüşündedir.

Bordo rumuzlu öğretmen adayının ise daha çok modelleme problemlerinin ye aldığı bir ders istediğini ifade edebiliriz. Uygulamalar ne kadar çok olursa öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin daha da gelişebileceğini ifade edebiliriz.

Neşe, Patron, Güneş ve Legent rumuzlu öğretmen adaylarının ifadelerinden gerçek hayatta karşılarına çıkabilecek sorunlarda matematiksel modellemeyi kullanabileceklerini söyleyebiliriz. Buradan bu çalışma sonrasında bu öğretmen adaylarının gerçek hayat problemi, matematiksel modelleme ve onun kullanımı konusunda bilgiye sahip olduklarını söyleyebiliriz.

Linyit rumuzlu öğretmen adayına göre ise mühendislik bölümünde matematiksel modellemeye yer verilmelidir. Uygulama süresince karşılaştığı problemlerin genellikle mühendislerin işi olduğunu düşündüğünü söyleyebiliriz. Dolayısıyla onların bu dersi almaları gerektiğini vurgulamaktadır.

İnatçı rumuzlu öğretmen adayı bu çalışmada olduğu gibi sınav kaygısı olmadan bu dersin verilmesi gerektiğini düşünmektedir. Ona göre böylece üniversite öğrencileri daha rahat matematiksel modelleme becerisine sahip olabilecektir.

Hiçbirşey rumuzlu öğretmen adayı ise üniversite öğrencilerinin matematiğin uygulama alanlarını görebilmeleri için, böyle bir dersin olması görüşündedir. Matematiksel modelleme ile ilgili olarak daha fazla bilgi vermediği söylenebilir.

Böylece öğretmen adaylarının çoğunluğunun çalışma sonunda bu dersin faydalı olduğu görüşüne sahip olduklarını söyleyebiliriz. Çalışma için olumlu bir sonuç olduğu söylenebilir.

4.3. Matematik Öğretmen Adaylarının Projelerinin Değerlendirilmesi

Uygulama süresince matematik öğretmen adaylarına proje görevi verilmişti. Öğretmen adaylarından *‘Sicilya adasında az bulunan kuş türlerini göz önüne alıyoruz. Türlerin artışını açıklayan bir model oluşturunuz’* sorusunu araştırarak rapor halinde sunmaları istenmiştir. Ek 7 de projeleri başarılı bulunan öğretmen adaylarının çözümü yer almaktadır.

Bu proje için öğretmen adayları 4-5 erli 5 gruba ayrılmıştır. Projeleri değerlendirilirken Berry ve Houston (1995) ve Doerr’un (1997) matematiksel modelleme aşamalarından yararlanılmıştır. Problemi anlama, değişkenleri seçme, matematiksel modeli oluşturma, problemi çözme ve gerçek hayata yorumlama aşamaları dikkate alınmıştır.

Grupların hepsi de problemi anlama ve değişkenleri seçme aşamalarında başarılı oldukları gözlenmiştir. Bu soru ile ilgili tüm değişkenleri belirlemişlerdir. Daha sonra işlerine yaramayacak değişkenleri atmışlardır. Modelleme için uygun değişkenleri elde etmişlerdir. Öğretmen adayları tüm verileri kendi araştırmaları sonucunda elde etmişlerdir.

Öğretmen adayları matematiksel model oluşturmadan önce kelime modeli oluşturmuşlardır. 5 grup da bu aşamada başarılı olmuşlardır. Oluşturdukları kelime modelinden matematiksel bir model oluşturmuşlardır.

Bu matematiksel modeli matematiksel ifadelerle oluşturmuşlardır. Elde ettikleri matematiksel modelin doğrulamasına bakmışlardır.

Daha sonra da rapor halinde sunmuşlardır. Bu çalışmada öğretmen adaylarının hepsi başarılı olmuştur. Diferensiyel denklemler ve türev bilgisinin gerektiği bu çalışmada öğretmen adaylarının bu konularda bilgi sahibi oldukları gözlenmiştir. Ancak bir grup çalışması olduğu için her öğretmen adayı için bunu söylemek doğru olmayabilir.

Ek 7 de 5. gruba ait proje çalışması yer almaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde önce araştırma ile ilgili sonuçlara yer verilecektir. Daha sonra da önerilere yer verilecektir.

SONUÇ

Araştırmanın amacı, ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yapabilme bilgi, beceri ve görüşlerini incelemektir.

Araştırma hem nicel hem de nitel olarak hazırlanmıştır.

Araştırma sürecinde öğretmen adaylarına ön ve son matematiksel modelleme beceri testleri, ön ve son matematiksel modelleme görüş anketi, ön ve son görüşme uygulanmıştır. Öğretmen adaylarına bir dönem boyunca matematiksel modelleme içeren ders uygulanmıştır.

Araştırma sürecinin başında ve sonunda öğretmen adaylarına uygulanan matematiksel modelleme beceri testlerinde aldıkları puanların yüzdeleri alınmıştır. Matematiksel modelleme çeşitlerinden deneysel modelleme, teorik modelleme ve boyutsal analiz modelleme ile ilgili olarak her iki başarı testinde sorular yer almaktadır.

Deneysel modelleme ile ilgili olarak ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan soruda öğretmen adaylarının Lange'nin (1989) çalışmasında olduğu gibi zorlandıkları söylenebilir. Öğretmen adaylarına matematiksel modelleme hakkında bilgi verilmeden yapılan bu testte öğretmen adaylarının çoğunluğu matematiksel modelleme aşamalarından problemi anlama ve model oluşturma becerilerini kullandıkları söylenebilir. Öğretmen adaylarının burada Polya'nın (1957) problem çözme aşamalarından ilki olan problemi anlama aşamasını kullandıkları söylenebilir. Öğretmen adayları problem çözme yöntemini kullanarak soruyu çözmeye çalışmışlardır.

Öğretmen adaylarına deneysel modelleme ile ilgili bilgi verildikten ve örnekler yaptırıldıktan sonra deneysel modelleme ile ilgili olarak son matematiksel modelleme beceri testinde yer alan soruda Haines ve Crouch'un (2007) araştırmasında olduğu gibi öğretmen adaylarının zorlandıklarını söyleyebiliriz. İşlem hatası yüzünden tam sonuca yakın puan alan öğretmen adayı sayısında artış olmasına rağmen bu sorudan hiç puan alamayan öğretmen aday sayısı ön matematiksel modelleme beceri testine göre daha fazladır.

Bu soruda öğretmen adaylarının modelleme becerisine bakıldığında çoğunluğunun Hermann ve Hirsberg'in (1989) çalışmasında olduğu gibi deneysel modelleme hakkında beceri sahibi oldukları söylenebilir. Bir kısmının da Lange'nin (1989) çalışmasında olduğu gibi zorlandıklarını ifade edebiliriz.

Teorik modelleme ile ilgili olarak ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan soruda öğretmen adaylarının geneli soruyu yanıtlamaya çalışmışlardır. Öğretmen adaylarının teorik modelleme ile ilgili bilgileri olmadan Polya'nın (1957) ifade ettiği gibi problem çözme bilgilerini kullanarak soruyu çözmeye çalıştıkları söylenebilir. Öğretmen adaylarının teorik modelleme becerileri için de Berry ve Houston (1995), Moscardini (1989) ve Kaiser'in (2007) ifade ettiği matematiksel modelleme aşamalarından modeli kurma, matematiksel olarak formüle etme ve çözme ve yorumlama aşamasında zorlandıklarını söyleyebiliriz.

Öğretmen adaylarına teorik modelleme ile ilgili bilgi verildikten ve örnekler yaptırıldıktan sonra teorik modelleme ile ilgili olarak son matematiksel modelleme beceri testinde yer alan soruda Ikeda, Stephens ve Matsuzaki'nin (2007) çalışmasında olduğu gibi ön matematiksel modelleme beceri testine göre daha başarılı olduklarını söyleyebiliriz.

Yine öğretmen adaylarının Galbraith, Stillman, Brown ve Edwards (2007) tarafından yapılan çalışmada olduğu gibi çözümü gerçek hayat yorumlamada zorluk çektikleri söylenebilir.

Boyutsal analiz modelleme ile ilgili olarak ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan soruda öğretmen adaylarının tamamına yakını boyutsal modellemeyi bilmeden üniversite öncesi ve üniversite süresince aldıkları eğitimi kullanarak soruyu çözmüşlerdir. Doerr'un (1997) çalışmasında belirtildiği gibi üniversite öncesi alınan eğitimin matematiksel modellemeye katkısı burada görülmektedir. Öğretmen adaylarının Berry ve Houston (1995), Moscardini (1989) ve Kaiser'in (2007) ifade ettiği matematiksel modelleme aşamalarından yorumlama aşamasında zorlandıklarını söyleyebiliriz.

Öğretmen adaylarına boyutsal analiz modelleme ile ilgili bilgi verildikten ve örnekler yaptırıldıktan sonra boyutsal analiz modelleme ile ilgili olarak son matematiksel modelleme beceri testinde yer alan soruda öğretmen adaylarının hepsi Maab (2007) çalışmasında olduğu gibi soruyu çözmeye çalışmışlardır. Tam sonuca ulaşamayanlar da işlem hatası yaptıkları için tam sonuca yaklaşık değerler almışlardır.

Uygulama sonunda öğretmen adaylarının Ikeda, Stephens ve Matsuzaki'nin (2007) çalışmasında olduğu gibi ön matematiksel modelleme beceri testine göre daha başarılı olduklarını söyleyebiliriz.

Matematiksel modelleme becerilerine bakıldığında ise Berry ve Houston (1995), Moscardini (1989) ve Kaiser'in (2007) ifade ettiği matematiksel modelleme aşamalarından yorumlama aşamasında zorlandıklarını söyleyebiliriz.

Ön görüşmede ve ön ankette öğretmen adaylarına “matematiksel modelleme” ifadesinin tanımı sorulmuştu. Ön görüşmede ve ön ankette matematiksel modelleme ile ilgili bilgisi olmadığını belirten öğretmen adayları tanımı tam olarak ifade edememişlerdir. Son görüşmede ve son ankette ise öğretmen adaylarının tamamının De Corte, Verschaffel ve Greer (2000), Berry ve Houston (1995) ve Moscardini'nin (1989) tanımladığı gibi “matematiksel modelleme” ifadesinin tanımını tam olarak ifade edemediklerini söyleyebiliriz.

Ön görüşme ve ön matematiksel modelleme görüş anketinde öğretmen adayları “gerçek hayat problemi” ifadesinin Anker’in (1989) ifade ettiği gibi alışveriş hesabı ya da Berry ve Houston’ın (1995) ifade ettiği gibi günlük hayatta karşılaştıkları sorunlar şeklinde yorumlamışlardır.

Öğretmen adaylarının çalışma öncesi matematiksel modelleme bilgi ve becerilerini kullanarak gerçek hayat problemi çözmedikleri söylenebilir.

Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme bilgi ve becerileri ile ilgili olarak ön görüşme ve ön matematiksel modelleme görüş anketinde Polya’nın (1957) ifade ettiği problem çözme aşamalarından problemi anlamayı kullanarak yanıtladıkları söylenebilir. Kendilerine uygulanan ön matematiksel modelleme beceri testinde yer alan soruları göz önüne alarak verileri elde etme, değişkenleri belirleme, formül ya da grafik oluşturma aşamalarını bahsetmişlerdir.

Uygulama sonrasında öğretmen adaylarının son matematiksel modelleme beceri testinde genel olarak başarılı olmalarına rağmen Berry ve Houston (1995), Moscardini (1989), Maab (2004), Blum ve Leib’in (2007) ifade ettiği matematiksel modelleme aşamalarından matematiksel modeli kurma, matematiksel problemi formüle etme ve çözme, çözümü gerçek hayata yorumlama ifadelerini kullanmadıkları ortaya çıkmıştır.

Araştırma uygulama öncesi öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili görüşlerine bakıldığında öğretmen adaylarının üniversite öncesi ve üniversite süresince aldıkları eğitimin matematiksel modelleme yapabilmeleri için yeterli olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Ancak uygulama sonrasında matematiksel modelleme ile ilgili bilgiye sahip olduktan sonra üniversite öncesi eğitimin yeterli olmadığı ortaya çıkmıştır. Üniversite süresince aldıkları eğitimde Spanier (1980), Sağlam ve Chaachoua (2006) ve Hermann ve Hirsberg’in (1989) ifade ettiği gibi diferensiyel denklemler dersinin faydalı olduğu ortaya çıkmıştır.

Uygulama öncesi Messmer (1989), Hermann ve Hirsberg (1989), Lange (1989) Maab (2007), Anker (1989) ve Akman, Yükselen ve Uyanık (2002) yaptığı araştırmalarda ifade ettikleri gibi öğretmen adaylarının bazılarının matematiksel modellemenin matematik öğretim programının içinde yer almalı görüşüne sahip oldukları ortaya çıkmıştı. Uygulama sonrasında Spainer (1992), Zambuja (1989), Moscardini (1989), Lange (1989), Reusser ve Stebler (1997), Mc Lone (1973), D'Ambrosio (1989), Cooke (2003) ve Vitale (1989) yaptığı çalışmalarda ifade ettikleri gibi öğretmen adaylarının hepsinin matematiksel modellemenin matematik öğretim programının içinde yer almalı görüşüne sahip oldukları ortaya çıkmıştır.

Caron ve Belair'in (2007) ifade ettiği gibi gerçek hayat durumlarından hipotezleri belirleme ve problemi formüle etme yetenekleri için öğretim programında bir çok seçenekler yer almalıdır. Bu çalışmaya katılan matematik öğretmen adayları ise matematiksel modellemenin öğretim programında yer alması gerektiği düşüncesindedirler. Uygulamadan sonra, onlara göre anaokulundan üniversiteye kadar matematiksel modellemeye yer verilmelidir.

Araştırmada uygulama öncesi ve sonrasında Lange'nin (1989) yaptığı araştırmada olduğu gibi öğretmen adaylarının matematiksel modellemeyi kendi derslerinde kullanacakları ortaya çıkmıştır.

Maab (2007), Spanier (1992), McLone (1976) ve Kaiser'in (2007) yaptığı çalışmalarda olduğu gibi öğretmen adayları üniversitede matematiksel modelleme ile ilgili bir dersin açılması görüşünde oldukları ortaya çıkmıştır.

Matsumiya, Yanagimoto ve Mori (1989) araştırmalarında olduğu gibi bu araştırmanın sonucunda öğrenciler matematiksel modelleme hakkında bilgi sahibi oldular. Öğretmen adayları, okul matematiğinin yeni yüzü ile tanışmışlardır. Gerçek hayatla yakından ilişkili olduğunun farkına varmışlardır ve günlük hayatta onlara yardımcı olmuştur. Matematiksel modellemenin gerçek hayatta nerede kullanıldığını fark etmişlerdir.

Mayer'in (1998) ifade ettiği gibi öğretmen adaylarının modelleme yaparken dikkat etmeleri gereken şey, uygun kavramları ve prosedürleri nasıl ve ne zaman kullanacaklarını iyi bilmeleridir. Öğrencilerin probleme ilgi duymaları sağlanmalıdır ve onları motive edecek uygulamalar yapılmalıdır.

Ayrıca öğretmen adayları tekniklerin faydasını görmüşlerdir. Bu teknikler materyallerin sunumunda onlara yardımcı olmuştur. Haines ve Crouch'un (2007) ifade ettiği gibi bu çalışmada da matematik öğretmeni adaylarının bir gerçek hayat problemi çözerken hangi prosedürleri kullanacağını, hangi aşamalardan geçeceğini öğrendiği söylenebilir.

Ayrıca öğretmen adaylarının motivasyonlarının ve matematiğe olan ilgilerinin arttığı söylenebilir.

ÖNERİLER

Araştırmanın sonuçlarında da belirtildiği gibi anaokulu öğretim programında matematiksel modellemeye yer verilmelidir.

İlköğretim birinci ve ikinci kademesinde öğretim programında öğrencilerin seviyelerine uygun olarak matematiksel modellemeye yer verilmelidir. İlköğretim birinci kademesinde daha çok gerçek hayat problemleri verilerek öğrencilerin günlük hayatta karşılaşılabileceği sorunlara yer verilmelidir. İlköğretim birinci kademe matematik konularının içine seviyelerine uygun bir matematiksel modelleme problemi yerleştirilerek öğrencilerin matematiksel modelleme becerisine sahip olmaları sağlanmalıdır.

İlköğretim ikinci kademe matematik konularında seviyelerine uygun matematiksel modelleme problemlerine yer verilmelidir. Modellemeye yer verilen yeni matematik öğretimi programında matematiksel modelleme problemlerinin yer alması önerilmektedir. Ayrıca ilköğretim ikinci kademe öğrencilerine, matematik derslerinde proje ya da performans görevi olarak matematiksel modelleme problemleri yer almalıdır.

Ortaöğretim öğretim programında, öğrencilerin önünde engel olarak yer alan ÖSS sınavına engel oluşturmayacak şekilde matematiksel modellemenin yer almasının iyi olacağı düşünülmektedir. Ortaöğretim öğrencilerine matematiksel modelleme aşamaları ve matematiksel modelleme çeşitleri öğretilmelidir. Bu matematiksel modelleme çeşitlerinin çözüm yolları öğretilerek karşılaştıkları her çeşit matematiksel modelleme ile ilgili problemi çözebilirler.

Üniversitelerin eğitim fakültelerinde öğretmen adaylarının kendi derslerinde kullanabilmeleri için öğretim programında matematiksel modellemeye yer verilmesinin uygun olacağı düşünülmektedir. Bir ders olarak değil de tüm derslerin içinde matematiksel modellemeye yer verilmelidir.

Üniversite derslerinde matematiksel modelleme anlatılarak o derse uygun matematiksel modelleme problemleri öğrencilere yaptırılmalıdır. Uygulama sırasında

ikişerli grup halinde çalışan öğretmen adaylarının son matematiksel modelleme beceri testinde zorlandıkları görülmüştür. Dolayısıyla öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerini çözerken grup olarak çalışmalar yapılmalıdır.

Ayrıca üniversitede matematiksel modellemenin kullanılabileceği her ders için öğrencilere matematiksel modelleme ile ilgili proje verilmesi önerilir. Bu projenin grup halinde çözülmesi istenmelidir. Böylece üniversite öğrencilerinin zamanlarının çoğunu kütüphanede ve bilgisayar başında araştırma yapmaları sağlanmalıdır.

Matematiksel modelleme derslerinde ya da onu içeren derslerde bilgisayar, projeksiyon ve gerekli her türlü teknik imkanlardan yararlanılması sağlanmalıdır.

Matematiksel modelleme problemleri, gerçek hayatla iç içe olduğu için gerektiğinde öğrencilerin gerçek hayatta gözlem yapmaları sağlanmalıdır. Araştırma ortamına gidebilmeleri sağlanmalıdır.

Matematiksel modellemeyi yeni yapmaya çalışan öğrenciler için, gerçek hayat problemlerinde matematiği uygulamada başarılı olabilmeleri için tüm olanaklar sağlanmalıdır. Öğrencilerin bilgisayar kullanabilme becerilerine sahip olmalıdır.

Matematiksel modelleme sürecinde öğrencilerin başarılı olabilmeleri için öğretmen ve öğrenci arasındaki etkileşimin iyi olması gerekmektedir. Öğrenci merkezli bir eğitim uygulanmasının iyi olacağı düşünülmektedir. Öğrencilerin grup çalışması yaparak tartışma ortamı içinde matematiksel modelleme yapmaları sağlanmalıdır.

Anaokulu, ilköğretim birinci ve ikinci kademesinde, ortaöğretimde ve üniversitede öğretmenlerin derslerinde matematiksel modellemeye yer verebilmeleri sürecinde okul idaresinden yardımcı olmaları ve her türlü olanağı sağlanmalıdır.

Matematiksel modelleme ile ilgili araştırma yapacak kişiler, öncelikle matematiksel modelleme ile ilgili literatürü tarayıp çalışma yapacağı kişilere matematiksel modelleme hakkında yeterince bilgi verilmelidir. Uygulanacak

matematiksel modelleme problemlerini çalışma yapacağı kişilerin seviyelerine uygun ve gerçek hayattan karşlarına çıkabilecek örneklerden seçmeleri gerekmektedir. Uygulama sürecinde önce matematiksel modelleme çeşitlerinden örnekler vererek çözüm yolları öğretilmelidir. Daha sonra çalışma yapacağı kişilerden matematiksel modelleme problemlerini çözmeleri istenmelidir. Değerlendirme aşamasında proje ödevi ya da matematiksel modelleme problemlerinden yararlanılmalıdır.

Yeni matematik öğretim programında modellemeye yer verilmesinin yanı sıra matematik kitabı yazarları kitaplarında matematiksel modellemeye yer verilmelidir.

Matematik öğretim programı dışında matematiksel modelleme ile ilgili kitap yazacak kişilerin, kitaplarında, matematiksel problemleri ve çözümlerinin yanı sıra bu konuda yazılan makalelere yer verilmelidir.

KAYNAKÇA

AKMAN, Berrin, A.İpek YÜKSELEN ve Gülden UYANIK. (2000). **Okul Öncesi Dönemde Matematik Etkinlikleri**, İstanbul: Epsilon Yayınevi.

ANKER, M. (1989). *Chidrens's City*. M, NISS, W, BLUM ve I, HUNTLEY (Ed.), **Modelling Applications and Applied Problem Solving**. England: Halsted Pres. 56-63

ARAUJO, J.L. ve J.A. SALVADOR. (2001). *Mathematical Modelling In Calculus Courses*. J.F. MATOS ve diğerleri. (Ed.), **Modelling And Mathematics Education: ICTMA9 – Applications In Science And Technology**. Chichester: Horwood Publishing, 195-204.

ARIS, Rutherford. ve Mischa PENN. (1980). *The Mere Notion Of A Model*. **Mathematical Modelling**, 1, 1-12.

BARBOSA, J.C. (2003). *What Is Mathematical Modelling?* S.J. LAMON ve diğerleri. (Ed.), **Mathematical Modelling: A Way Of Life**. Chichester: Ellis Horwood, 227-234.

BARBOSA, J.C. (2004). *Modelagem Matematica Em Cursos Para Nao-Matematicos*. H.N. CURY (Ed.) **Disciplinas Matematicas Em Cursos Superiores: Reflexoes, Relatos e Propostas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 63-83.

BARBOSA, J.C. (2007). *Teacher-Student Interactions In Mathematical Modelling*. C. HAINES, P. GALBRAITH, W. BLUM, S. KHAN (Ed.), **Mathematical Modelling: ICTMA 12: Education, Engineering an Economics**. 232-240

BAYKUL, Y. (2003). **İlköğretimde Matematik Öğretimi 1-5 Sınıflar İçin**. Ankara: Pegem Yayıncılık.

BERRY, J. ve K. HOUSTON (1995). **Mathematical Modelling**. Bristol: J. W. Arrowsmith Ltd.

BLUM, Werner. (1996). *Anwendungsbezüge im Mathematikunterricht – Trends und Perspektiven*. G. KADUNZ ve diğerleri. (Ed.), **Trends und Perspektiven. Schriftenreihe Didaktik Der Mathematik**, 23. Vienna: Hölder-Pichler-Tempsky, 15-38.

BLUM, Werner ve D. LEIB. (2007). *How Do Students And Teachers Deal With Modelling Problems?* C. HAINES, P. GALBRAITH, W. BLUM, S. KHAN (Ed.), **Mathematical Modelling: ICTMA 12: Education, Engineering an Economics**. 222-231

BLUM, Werner ve Gabriele KAISER. (1997). *Vergleichende empirische Untersuchungen zu mathematischen Anwendungsfähigkeiten von englischen und deutschen Lernenden*. Unpublished application for a DFG-sponsoship.

BLUM, Werner ve M. NISS. (1989). *Mathematical Problem Solving, Modelling, Applications, and Links to Other Subjects – State, Trends and Issues in Mathematics Instruction*. M, NISS, W, BLUM ve I, HUNTLEY (Ed.), **Modelling Applications and Applied Problem Solving**. England: Halsted Pres. 1-19.

BLUM, Werner ve diğerleri. (2002). *ICMI Study 14: Application And Modelling In Mathematics Education- Discuss Document*. **Journal Für Mathematikdidaktik**, 23 (3/4), 262-280.

BRUCE, C. S. ve R. GERBER. (1995). *Towards University Lecturers Conceptions of Student Learning*. **Higher Education**, 29, 443-458.

CARON, France ve Jacques BELAIR. (2007). *Exploring University Students' Competencies In Modelling*. C. HAINES, P. GALBRAITH, W. BLUM, S. KHAN

(Ed.), **Mathematical Modelling: ICTMA 12: Education, Engineering and Economics**. 120-129

COLLETTI, A.B. (1987). **Teaching Methods and Applied Techniques**. USA: Keystone Publications, Inc.

COOKE, H. (2003). **Success With Mathematics**. NY:Routledge.

CROUCH, Rosalind M. ve Christopher R. HAINES. (2003). *Do You Know Which Students Are Good Modellers? Some Research Developments*. Technical Report (83), Department of Physics, Astronomy and Mathematics, University of Hertfordshire. Hatfield: University of Hertfordshire, 25

CROUCH, Rosalind M. ve Christopher R. HAINES. (2004). *Mathematical Modelling: Transitions Between The Real World And The Mathematical Model*. **International Journal of Mathematics Education in Science and Technology**, 35(2), 197-206.

CROUCH, Rosalind M. ve Christopher R. HAINES. (2007). *Exemplar Models: Expert-Novice Student Behaviours*. C. HAINES, P. GALBRAITH, W. BLUM, S. KHAN (Ed.), **Mathematical Modelling: ICTMA 12: Education, Engineering and Economics**. 101-109

D'AMBROSSIO, U. (1989). *Historical And Epistemological Bases For Modelling And Implications For The Curriculum*. M, NISS, W, BLUM ve I, HUNTLEY (Ed.), **Modelling Applications and Applied Problem Solving**. England: Halsted Pres. 22-27

DAVEY, Lynn. (1991). *The Application Of Case Study Evaluations*. **Practical Assessment, Research & Evaluation**, 2(9). Retrieved December 12, 2007 from <http://PAREonline.net/getvn.asp?v=2&n=9> .

DECORTE, E., B. GREER ve L. VERSCHAFFEL. (2000). **Making Sense Of Word Problems**. Lisse: Swets & Zeitlinger.

DE TERRSAC, G. (1996). *Savoirs, Competences Et Travail*. J.M. BARBIER (Ed.), **Savoirs Theoriques Et Savoirs D'action**. Paris: Presses Universitaires de France, 223-247.

DOERR, H.M. (1997). *Experiment, Simulation And Analysis: An Integrated Instructional Approach To The Concept Of Force*. **International Journal Of Science Education**. 19, 265-282.

ENGLISH, L. D. Ve J.J. WATTERS. (2004). *Mathematical modelling with young children*. M. Johnsen HOINES ve A. Berit FUGLESTAD (Ed.), **Proceedings of the 28th International PME Conference**, 335-342. Bergen: Bergen University College.

FULLER, M.L. (1989). *Mathematical Modelling in Distance Education-A Challenge for Teacher and Learner*. M, NISS, W, BLUM ve I, HUNTLEY (Ed.), **Modelling Applications and Applied Problem Solving**. England: Halsted Pres. 138-143

FUSARO, B.A. (1985). *Mathematical Competition In Modelling*. **Mathematical Modelling**, 6, 473-484.

GALBRAITH, Peter, Gloria, STILLMAN, Jill, BROWN, Ian, EDWARDS (2007). *Facilitating Middle Secondary Modelling Competencies*. C. HAINES, P. GALBRAITH, W. BLUM, S. KHAN (Ed.), **Mathematical Modelling: ICTMA 12: Education, Engineering an Economics**. 130-140

GOBET, F. (1998). *Expert Memory: A Comparasion of 4Theories*. **Cognition**, 66(2), 115-152

GOLDFINCH, J.M. (1992). *Assessing Mathematical Modelling: A Review Of Some Of The Different Methods*. **Teaching Mathematics And Its Applications**, 11 (4), 143-149.

GRANDSARD, F. ve A. SCHATTEMAN. (1989). *Problem Solving for First Year University Students*. M, NISS, W, BLUM ve I, HUNTLEY (Ed.), **Modelling Applications and Applied Problem Solving**. England: Halsted Pres. 177-183

GRAVEMEIJER, Koen. (1994). *Developing Realistic Mathematics Education*. içinde Koen, Gravemeijer. (1997). *Commentary Solving Word Problems: A Case Of Modelling?* **Learning and Instruction**, 7(4), 389-397.

GRAVEMEIJER, Koen. (1997). *Commentary Solving Word Problems: A Case Of Modelling?* **Learning and Instruction**, 7(4), 389-397.

HAINES, Christopher, Rosalind CROUCH ve J. DAVIS. (2001). *Understanding Students' Modelling Skills*. J.P. MATOS, W. BLUM, K. HOUSTON ve S.P. CARRIERA (Ed.), **Modelling and Mathematics education: ICTMA 9: Applications in science and technology**. Chichester: Horwood Publishing, 366-380

HERMANN, K. ve B. HIRSBERG. (1989). *Recent Trends and Experiences in Applications and Modelling Part of Upper Secondary Mathematics Instruction in Denmark*. M, NISS, W, BLUM ve I, HUNTLEY (Ed.), **Modelling Applications and Applied Problem Solving**. England: Halsted Pres. 219-226

HICKMAN, F.R. (1985). *Didactic and Pragmatic Approaches to Mathematical Modelling*. **Int. J. Math. Educ. Sci. & Tech.** (Forthcoming)

HIEBERT, J. ve T. CARPENTER. (1992). *Learning And Teaching With Understanding*. D. GROUWS (Ed.), **Handbook Of Research On Mathematics Research And Teaching**. 65-100. New York: MacMillan.

HOUSTON, K. ve N. NEILL. (2003). *Assessing Modelling Skills*. S.J. LAMON, W. A. PARKER ve S.K. HOUSTON (Ed.), **Mathematical Modelling: A Way Of Life ICTMA11**. Chichester: Horwood Publishing, 155-164.

HOYLES, Celia ve Richard NOSS. (2007). *Learning Constructing and Sharing Models*. C. HAINES, P. GALBRAITH, W. BLUM, S. KHAN (Ed.), **Mathematical Modelling: ICTMA 12: Education, Engineering an Economics**. 79-88

IKEDA, Toshikazu. ve Max STEPHENS. (2001). *The Effects of Students' Discussion in Mathematics Modelling*. J.P. MATOS, W. BLUM, K. HOUSTON ve S.P. CARRIERA (Ed.), **Modelling and Mathematics education: ICTMA 9: Applications in science and teechnology**. Chichester: Horwood Publishing, 381-390

IKEDA, Toshika, Max STEPHENS ve Akio MATSUZAKI. (2007). *A Teaching Experiment in Mathematical Modelling*. C. HAINES, P. GALBRAITH, W. BLUM, S. KHAN (Ed.), **Mathematical Modelling: ICTMA 12: Education, Engineering an Economics**. 101-109

IZARD, J., C.R. HAINES, R.M. CROUCH, S.K. HOUSTON ve N. NEILL. (2003). *Assessing The Impact Of Teaching Mathematical Modelling: Some Implications*. S.J. LAMON, W.A. PARKER ve S.K. HOUSTON (Ed.) **Mathematical Modelling: A Way Of Life ICTMA11**. Chichester: Horwood Publishing, 165-177.

KAISER, Gabriele. (2007). *Modelling and Modelling Competencies In School*. C. HAINES, P. GALBRAITH, W. BLUM, S. KHAN (Ed.), **Mathematical Modelling: ICTMA 12: Education, Engineering an Economics**. 110-119

KNEELAND, S. (2001). **Problem Çözme**. (Çev. Nurdan Kalaycı), Ankara: Gazi Kitabevi

KWATA, Shigeo, Takayuki, TERAMOTO, Hideaki, SUGIURA, Yuichi, SAITOH, Yoshikazu, HAYASE. (2006). *Mathematical Modeling Support in a Distributed Problem Solving Environment for Scientific Computing*. e-science, 98, Second IEEE International Conference on e-Science and Grid Computing, (e-Science'06).

LAMBERTS, K. (2005). *Mathematical Modelling of Cognition*. Koen, LAMBERTS ve Robert L., GOLDSTONE. (Ed.), **Handbook of Cognition**. London:Sage Yayınları.

LANDESGEWERBEAMT, Baden-Württemberg. (1999) IE Informationszentrum Energie (Ed.) **Energie, Solarthermie**. Stuttgart.

LANDESGEWERBEAMT, Baden-Württemberg. (2000). IE Informationszentrum Energie (Ed.) **Energie, Sonne**. Stuttgart.

LANGE, J. (1989). *Trends and Barriers to Applications And Modelling In Mathematics Curricula*. M, NISS, W, BLUM ve I, HUNTLEY (Ed.), **Modelling Applications and Applied Problem Solving**. England: Halsted Pres. 196-204

LAURILLARD, D. (1979). **The Processes Of Student Learning**. Higher Education, 8, 396-409.

LESH, R., D. SURBER, Ve J. ZAWOJEWSKI. (1983). *Phases In Modelling and Phase-Related Processes*. J. C. BERGERON ve N. HERSCOVICS. (Ed.), **Proceedings of the Fifth Annual Meeting Psychology of Mathematics Education, North American Chapter**. 2, 129-36.

MAAB, Katja. (2004). **Mathematisches Modellieren im Unterricht**. Hildesheim: Franzbecker.

MAAB, Katja. (2006). *What Are Modelling Competencies?* **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, 38(2), 113-142.

MAAB, Katja. (2007). *Modelling In Class: What Do We Want The Students To Learn?* C. HAINES, P. GALBRAITH, W. BLUM, S. KHAN (Ed.), **Mathematical Modelling: ICTMA 12: Education, Engineering and Economics**. 63-78

MARTON, F. (1981) *Orientations To Studies, Approaches To Texts - Learning Assesed From The Learner's Point Of View*. Keynote Address At The Jyväskylä Symposium On Research Into Higher Education. M. PANHELAINEN (Ed.), **Higher Education As A Field Of Research**. University of Jyväskylä: Institute For Educational Research Bulletin, 179, pp 3-12.

MARTON, F. (1994). *In The International Encyclopedia of Education*. **Second Edition**, 8, 4424 - 4429.

MARTON, F. ve S. BOOTH. (1997). **Learning and Awareness**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

MATSUMIYA, T, A. YANAGIMOTO, ve Y. MORI. (1989). *Mathematics of a Lake-Problem Solving in the Real World*. M, NISS, W, BLUM ve I, HUNTLEY (Ed.), **Modelling Applications and Applied Problem Solving**. England: Halsted Pres. 87-97

MAYER, R.E. (1998) *Cognitive, Metacognitive And Motivational Aspects Of Problem Solving*. **Instructional Science**, 26, 49-63.

MCLONE, R.R. (1973). *The Training of Mathematicians*. **Social Science Research Council**, London.

MCLONE, R. R. (1976). *Mathematical Modelling – The Art of Applying Mathematics*. R.R. McLONE ve J.G. ANDREWS (Ed.) **Mathematical Modelling**. London: Butterworth and Co Press. **SAYFA NO**

MESSMER, G. K. (1989). *Survey of the Present State, Recent Developments and Important Trends of Modelling and Applications in FR Germany*. M, NISS, W, BLUM ve I, HUNTLEY (Ed.), **Modelling Applications and Applied Problem Solving**. England: Halsted Pres. 227-234

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2005). **Matematik Dersi Öğretim Programı ve Klavuzu**. Ankara: MEB

MILLWOOD, Richard, Margaret STEVENS. (1990). *What Is The Modelling Curriculum?* **Computers Educations**, 15(1-3), 249-254.

MOSCARDİNİ, A. O. (1989). *The Identification and Teaching of Mathematical Modelling Skills*. M, NISS, W, BLUM ve I, HUNTLEY (Ed.), **Modelling Applications and Applied Problem Solving**. England: Halsted Pres. 36-42

NAGASAKI, A. (2001). *Relation among mathematics and society and culture*. Tokyo: Meijitosh Publishing.

NOYES, Jim. (1999). *A Beginning Course in Computational Science: Computational Models and Methods Possible Goals of an Undergraduate Liberal Arts Computational Science Program*. **Presented at the Fall Meeting of the Parallel Computing in Education Consortium**

NYMAN, M. ve J. BERRY. (2002). *Developing Transferable Skills In Undergraduate Mathematics Students Through Mathematical Modelling*. **Teaching Mathematics and its Applications**, 21(1), 29-45

OSSIMITZ, G. (1989). *Some Theoretical Aspects of Descriptive Mathematical Models: Economic and Management Sciences*. M, NISS, W, BLUM ve I, HUNTLEY (Ed.), **Modelling Applications and Applied Problem Solving**. England: Halsted Pres. 43-48.

PATEL, V.I. ve M.F. RAMONI. (1997). *Cognitive Models of Directional Influence in Expert Medical Reasoning*. P.J. FELTOVICH, K.M. FORD and R.R. HOFFMAN (Ed.), **Expertise in Context**. Menlo Park, California: AAAI Pres/MIT Pres, 67-99.

POLYA, George. (1957). **How to Solve it- A New Aspect of Mathematical Method**. New York: Doubleday ve Company, Inc.

REUSSER, K ve R. STEBLER. (1997). *Every Word Problem Has A Solution-The Social Rationality Of Mathematical Modelling In Schools*. **Learning and Instruction**, 7(4), 309-327.

ROSE, L.M. (1974). **The Application of Mathematical Modelling to Process Development and Design**. NY: Halsted Yayıncılık.

ROSENBLOOM, P.C. (1996). *Problem Making and Problem Solving in The Role of Axiomatics and Problem Solving*. **The Conference Board of the Mathematical Sciences**, Washington: D.C. Ginn and Company.

SABAN, A. (2000). **Öğrenme Öğretme Süreci**. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

SAĞLAM, Ayse ve H. CHAACHOUA. (2006). *Modelling By Differential Equations*. **Teaching Mathematics and its Applications**, 25(1), 15-22.

SALJO, R. (1979). **Learning About Learning**. Higher Education, 443-451.

SCHOENFELD, A.H. (1985). **Mathematical Problem Solving**. New York: Academic Pres.

SCHOENFELD, A.H. (1987). *What's All This Fuss About Metacognition?* A.H. SCHOENFELD (Ed.), **Cognitive Science and Mathematics Education**. Hillsdale NJ.: Lawrence Erlbaum, 189-215.

SCHUBAUER, Leoni, M.-L., A.-N. PERRET-CLERMONT. (1985). *Interaction sociale dans l'apprentissage des connaissances mathématiques chez l'enfant [Social interactions in children's acquisition of mathematical knowledge]*. G. MUGNY (Ed.), **Psychologie sociale du développement cognitif**, Berne, Lang.

SILVER, E.A. (1987). *Foundations of Cognitive Theory and Research for Mathematics Problem-Solving Instruction*. Alan H. SCHOENFELD (Ed.), **Cognitive Science and Mathematics Education**. NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

SKEMP, R.R. (1978). *Relational Understanding And Instrumental Understanding*. **The Arithmetic Teacher**, 3, 9-15

SKOVSMOSE, O. (1990). *Reflective Knowledge: Its Relation To The Mathematical Modelling Process*. **International Journal Of Mathematics Education In Science And Technology**, 21 (5), 765-779.

SPANIER, Jeromi. (1980). *Thoughts About The Essentials Of Mathematical Modelling*. **Mathematical Modelling**, 1, 99-108.

SPANIER, Jeromi. (1992). *Modelling - A Personal Viewpoint*. **Mathl. Comput. Modelling**, 16(5), 147-149.

TREFFERS, A. (1987). *Three Dimensions. A Model Of Goal And Theory Description In Mathematics Education: The Wiskobas Project*. Dordrecht: Reidel
 içinde Koenen, Gravemeijer. (1997). *Commentary Solving Word Problems: A Case Of Modelling?* **Learning and Instruction**, 7(4), 389-397

TREILIBS, V., H. BURKHARDT, ve B. LOW. (1980). *Formulation Processes in Mathematical Modelling*. Nottingham: Shell Centre for Mathematical Education.

TORP, T. L. (1997). *What Is Problem-Based Learning?* **Wingspread Journal**. Web Edition, 1-5

VAN DE WALLE, J. A. (2004). **Elementary A Middle School Math: Teaching Developmentally**. Boston: Allyn & Bacon.

VITALE, B. (1989). *The Exploration Of The Space Of Informatics And The Realm Of Open Mathematics*. M, NISS, W, BLUM ve I, HUNTLEY (Ed.), **Modelling Applications and Applied Problem Solving**. England: Halsted Pres. 109-115

WILLIAMS, J.S. (1989). *Real Problem Solving in Mechanics: The Role of Practical Work in Teaching Mathematical Modelling*. M, NISS, W, BLUM ve I, HUNTLEY (Ed.), **Modelling Applications and Applied Problem Solving**. England: Halsted Pres. 158-167

ZAMBUJO, M. (1989). *Maths As A Human And Scientific Value In The Computer Age*. M, NISS, W, BLUM ve I, HUNTLEY (Ed.), **Modelling Applications and Applied Problem Solving**. England: Halsted Pres. 116-122

ZEITZ, C.M. (1997). *Some Concrete Advantages of Abstraction. How Experts' Representations Facilitate Reasoning*. P.J. FELTOVICH, K.M. FORD and R.R. HOFFMAN (Ed.), **Expertise in Context**. Menlo Park, California: AAAI Pres/MIT Pres, 43-66.

<http://education.deakin.edu.au/Units/EME704/EME704.htm>

EK 1: ÖN M. M. B. T. NİN 1. SORUSUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tablo 1

Öğrenci	Problemi anlama	Değişkenleri seçme	Modeli kurma	Matematiksel problemi çözme	Çözümü gerçek hayata yorumlama	Toplam puan
J.N.	2	2	2	2	0	8
Blm.	2	0	1	0	0	3
Hçb.	2	0	1	0	0	3
Sms.	0	0	1	0	0	1
Free	2	0	1	0	0	3
Eylül	2	0	1	0	0	3
Mavi	2	0	1	0	0	3
İrfan	0	0	0	0	0	0
Patron	2	0	1	0	0	3
Nats	2	0	1	0	0	3
Linyit	2	0	1	0	0	3
Sch.	2	0	1	0	0	3
Y.ölü	2	0	1	0	0	3
Lgnt	2	0	1	0	0	3
Neşe	0	0	0	0	0	0
Bordo	0	0	0	0	0	0
Bahar	2	0	1	0	0	3
Şimşek	0	0	0	0	0	0
İntç.	2	0	1	0	0	3
Güneş	2	0	1	0	0	3
Antk.	0	0	0	0	0	0

EK 2: SON M. M. B. T. NİN 1. SORUSUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tablo 2

Öğrenci	Problemi anlama	Değişkenleri seçme	Modeli kurma	Matematiksel problemi çözme	Çözümü gerçek hayata yorumlama	Toplam puan
J.N.	2	2	0	1	0	5
Blm.	0	0	0	0	0	0
Hçb.	2	1	0	0	0	3
Sms.	2	0	0	0	0	2
Free	2	0	0	1	0	3
Eylül	2	2	0	1	0	5
Mavi	0	0	0	0	0	0
İrfan	2	2	0	1	0	5
Patron	2	2	0	1	0	5
Nats	0	0	0	0	0	0
Linyit	2	2	0	1	0	5
Sch.	2	2	2	1	0	7
Y.ölü	2	2	2	1	0	7
Lgnt	2	2	2	1	0	7
Neşe	2	2	2	1	0	7
Bordo	0	0	0	0	0	0
Bahar	2	0	0	0	0	2
Şimşek	0	0	0	0	0	0
İntç.	2	2	0	1	0	5
Güneş	2	0	1	0	0	3
Antk.	0	0	0	0	0	0

EK 3: ÖN M. M. B. T. NİN 2. SORUSUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tablo 3

Öğrenci	Problemi anlama	Değişkenleri seçme	Modeli kurma	Matematiksel problemi çözme	Çözümü gerçek hayata yorumlama	Toplam puan
J.N.	2	2	2	2	2	10
Blm.	2	2	0	0	0	4
Hçb.	2	0	0	0	0	2
Sms.	0	0	0	0	0	0
Free	2	2	2	2	2	10
Eylül	2	2	2	2	0	8
Mavi	2	2	2	2	0	8
İrfan	2	2	2	2	0	8
Patron	2	2	0	0	0	4
Nats	2	2	2	2	2	10
Linyit	2	0	0	0	0	2
Sch.	2	0	0	2	0	4
Y.ölü	2	0	0	0	0	2
Lgnt	2	2	2	2	2	10
Neşe	2	2	2	2	0	8
Bordo	2	2	0	0	0	4
Bahar	2	2	0	0	0	4
Şimşek	2	1	0	0	0	3
İntç.	2	0	0	2	0	4
Güneş	2	2	0	0	0	4
Antk.	2	0	0	0	0	2

EK 4: SON M. M. B. T. NİN 2. SORUSUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tablo 4

Öğrenci	Problemi anlama	Değişkenleri seçme	Modeli kurma	Matematiksel problemi çözme	Çözümü gerçek hayata yorumlama	Toplam puan
J.N.	2	2	2	2	0	8
Blm.	2	2	2	1	0	7
Hçb.	2	2	2	2	0	8
Sms.	2	1	0	0	0	3
Free	2	2	2	1	0	7
Eylül	2	2	2	2	0	8
Mavi	2	2	2	2	0	8
İrfan	2	2	2	2	0	8
Patron	2	2	0	0	0	4
Nats	2	2	2	2	0	8
Linyit	2	2	2	2	0	8
Sch.	2	1	0	0	0	3
Y.ölü	2	1	0	0	0	3
Lgnt	2	1	0	0	0	3
Neşe	2	2	2	2	0	8
Bordo	2	2	2	2	0	8
Bahar	2	2	2	2	0	8
Şimşek	2	2	2	2	0	8
İntç.	2	2	2	2	0	8
Güneş	2	2	2	2	0	8
Antk.	2	2	2	1	0	7

EK 5: ÖN M. M. B. T. NİN 3. SORUSUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tablo 5

Öğrenci	Problemi anlama	Değişkenleri seçme	Modeli kurma	Matematiksel problemi çözme	Çözümü gerçek hayata yorumlama	Toplam puan
J.N.	2	2	2	2	0	8
Blm.	2	2	2	2	0	8
Hçb.	2	2	2	2	0	8
Sms.	2	2	0	0	0	4
Free	2	2	2	2	0	8
Eylül	2	2	2	2	0	8
Mavi	2	2	2	2	0	8
İrfan	2	2	2	2	0	8
Patron	2	2	2	2	0	8
Nats	2	2	2	2	0	8
Linyit	2	2	0	0	0	4
Sch.	2	2	2	2	0	8
Y.ölü	2	2	2	2	0	8
Lgnt	2	2	2	2	0	8
Neşe	2	2	2	2	0	8
Bordo	2	2	2	2	0	8
Bahar	2	2	2	2	0	8
Şimşek	2	1	0	0	0	3
İntç.	2	2	2	2	0	8
Güneş	2	2	2	2	0	8
Antk.	0	0	0	0	0	0

EK 6: SON M. M. B. T. NİN 3. SORUSUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tablo 6

Öğrenci	Problemi anlama	Değişkenleri seçme	Modeli kurma	Matematiksel problemi çözme	Çözümü gerçek hayata yorumlama	Toplam puan
J.N.	2	2	2	1	0	7
Blm.	2	2	2	2	0	8
Hçb.	2	2	2	1	0	7
Sms.	2	2	2	1	0	7
Free	2	2	2	2	0	8
Eylül	2	2	2	2	0	8
Mavi	2	2	2	2	0	8
İrfan	2	2	2	2	0	8
Patron	2	2	2	1	0	7
Nats	2	2	2	2	0	8
Linyit	2	2	2	2	0	8
Sch.	2	2	2	1	0	7
Y.ölü	2	2	2	2	0	8
Lgnt	2	2	2	2	0	8
Neşe	2	2	2	2	0	8
Bordo	2	2	2	1	0	7
Bahar	2	2	2	1	0	7
Şimşek	2	2	2	1	0	7
İntç.	2	2	2	1	0	7
Güneş	2	2	2	2	0	8
Antk.	2	2	2	2	0	8

EK 7: ÖĞRETMEN ADAYLARINDAN 5. GRUBA AİT PROJE

5. Grup

SALI

CAN DOSTLAR

Prob: Sicilya adasında Lulup, bu türlerin göz önüne alalım. Türlerin nüfus artışı, açıklayan bir matematiksel model oluşturma

1- Problemi Anlama: Belli bir alandaki nesli tüketmekte olan bir kuş türünün nüfus yoğunluğunun değişimi

2- Değişkenleri Seçme:

2.1) Artanma

2.2) İklim Sırtları

- a) Kuraklık
- b) Yağış değişimi
- c) Nem miktarı
- d) Aşırı sıcak ve soğuklar

2.3) Besin miktarının değişimi

2.4) Bölgedeki insan nüfusunun değişimi

2.5) Şehirci

2.6) Sanayileşme

2.7) Nüfus ve Endüstriye bağlı olarak kimyasal ve biyolojik atıkların görülmesi

2.8) Bölge ortasındaki değişimler

2.9) Bölgedeki yarıcay hayvanların görülmesi

2.10) İlerleme elverişli ortamın azlığı - çokluğu

2.11) Bölgede bulunan halkın eğitim düzeyi

2.12) Halkın sosyoekonomik durumu.

2.13) Türün besin piramidindeki konumu

2.14) İnsanların dini ve örfi özellikleri

2.15) Türün göçmen olup olmaması

2.16) Hava kirliliği

2.17) Turizm alanı miktarı

2.18) Ormanlık

2.19) Doğal afetler

2.20) Su kaynakları

2.21) Sivil toplum kuruluşlarının gelişmeleri

2.22) Türün cinsiyet yoğunlukları

2.23) Bölgenin coğrafi konumu.

2.24) Türün 1 yıldaki üreme sıklığı.

Şimdi Değişkenleri Gruplandıralım

Modellemeyi basitleştirebilmemiz için bu değişkenleri iki ana grupta toplayabiliriz.

A) Türün Gögatmasına Olumlu Etki Eden Faktörler

B) Türün Azalmasına Sebep olan faktörler

A	B
1- Besin miktarının bolluğu	1- Avlanma
2- İnsan nüfusunun ortalaması ^{değerde olması}	2- Kuraklık
3- Şehirleşmenin azlığı	3- Yağış azlığı
4- Bitki örtüsü ile kus türü arasındaki uyum	4- Nemin azlığı
5- Rakip türlerin azalması	5- Mevsimler arasında ortalama sıcaklık farkları
6- Üremeye elverişli ortamın çokluğu	6- Besin miktarının azlığı
7- Bölgedeki halkın eğitim düzeyinin yükselmesi	7- İnsan nüfusunun bölgede fazla olması
8- İnsanların ekonomik durumunun yükselmesi	8- Şehirleşme oranının fazla olması
9- Orman alanlarının fazla olması	9- Sanayileşmenin artması
10- Su kaynaklarının bolluğu	10- Atıkların fazla olması
11- Coğrafi konumunun türe uygunluğu	11- Bölgede yabani hayvanların göğatılması
12- Birim zamana göre üreme yoğunluğu	12- Üreme ortamlarının azlığı
13- İleri görüş	13- İnsanların ekonomik düzeyinin bozulması
	14- Hava kirliliği
	15- Doğal afetlerin sık görülmesi
	16- Su kaynaklarının azlığı
	17- İleri görüş

7. GRUP TEZKERE
 4-Simdi kelimeler yardımıyla bir model oluşturun
 İncelerdiğimiz kuş türü bawlangışta belli bir nüfusa sahiptir.
 Belli bir zaman içerisindeki kuş türündeki nüfus değişimini
 şu şekilde verebiliriz:

Bawlangıştaki kuş sayısı $(+)$ bu zamandaki doğum sayısı Θ
 bu zamandaki ölüm sayısı

⊗ Aldığımız zaman aralığında nüfusu arttıran değişkenleri
 doğum sayısı olarak varsayabiliriz. Bunları içe göç, üreme
 yoğunluğunun fazlalığı, türün yaşam ortamına uygunluğu... vs.
 olarak ele alabiliriz.

⊗ Aynı şekilde nüfusun azalmasına sebep olan faktörleri
 de ölüm sayısı olarak varsayabiliriz. Bunlar dışı göç, doğal
 afetler sebebiyle ölümün fazlalaması, su kaynaklarının
 azalması, atıkların göğölmesi, ... vs olarak alınabilir.

Şimdi bu varsayımlara dayanarak yukarıda kelimelerle
 ifade ettiğimiz kaba formülü matematiksel modellememize
 temel olarak alabiliriz.

19.04.2005 SALI

İncelerdiğimiz kuş türünün herhangi bir t zamanındaki sayısını referans
 olarak seçelim. Bu sayı $f(t)$ olsun. Bu kuş türünün doğum oranını
 (A) , ölüm oranını ise (B) ile gösterelim. Belli bir zaman aralığında
 (A) ve (B) değişeceğinden f değişmek zorundadır. Bu zaman
 aralığını kuş bir zaman aralığı olarak düşünelim. Bu zaman de-
 ğişimine Δt diyelim. Δt çok kuş bir zaman aralığı olduğundan,
 t zamanından $\Delta t + t$ zamanına varıncaya kadar $f(t)$ çok az de-
 ğişir. Bu değişim çok küçük olduğundan $f(t)$ sabit olarak kabul
 edilebilir.

(GRUP CAN DOSTLAR) 5. GRUP 19.04.2005 16:55

f i yalnz bırakmak için her iki tarafın üstel fonksiyonunu alalım

$$e^{\ln f} = e^{(A-B)t+C}$$

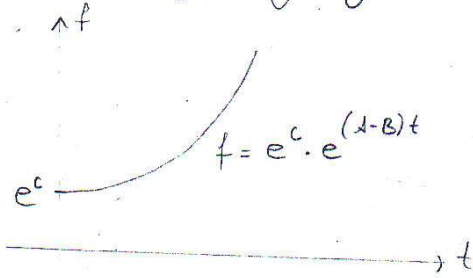
$$\Rightarrow f = e^{(A-B)t} \cdot e^C \quad (e^C \text{ A'den bağımsız olduğu için s.b.t dir.})$$

($t=0$ için $f(0) = e^C$ dir. Bu başlangıç değeridir)

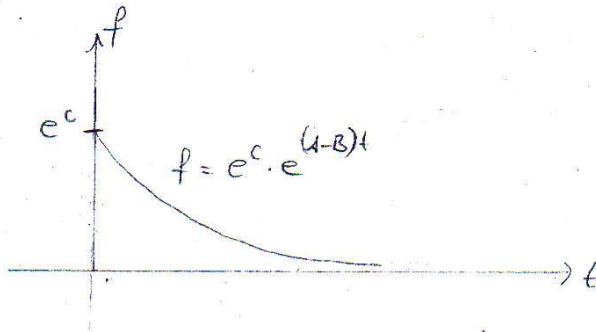
Doğum oranımız ölüm oranından büyükse formülümüzde

$A-B > 0$ olacağından f artandır. Dolayısıyla f artan

üstel bir fonksiyonun grafiğine sahip olacaktır.



Ölüm oranı doğum oranından fazla ise $A-B < 0$ olacağından f azalardır. Dolayısıyla f azalan üstel bir fonksiyon grafiğine sahiptir.



NOT: f, e ye bağılı bir fonksiyon old. dan her zaman $f > 0$ dir.

21.04.2005 PERSEMBE 5-GRUP (CAN DOSTLAR)

$$\text{Doğantların sayısı} = A f(t) \Delta t$$

$$\text{Ölenterin sayısı} = B f(t) \Delta t \quad \dots \text{dır.}$$

Buradan

$$\Delta f = (A-B) f(t) \Delta t \quad \text{dır.}$$

Önce sonra

$$(A-B) = \frac{\Delta f}{f(t) \Delta t}$$

$$f(t) = t \text{ anındaki nüfus (ilk nüfus)}$$

$$A = \text{Doğum ORANI}$$

$$B = \text{Ölüm ORANI}$$

$$\Delta f = \text{Son nüfus} - \text{İlk nüfus}$$

$$\Delta t = \text{Zaman değişimi}$$

$$f(t) = e^c \cdot e^{(A-B)t}$$

Formülümüze zaman, doğum ve ölüm oranları ve de ilk nüfusa bağlı olduğundan dolayı bu verilerin bilinmesi gerekir. Bu veriler verildiğinde istediğimiz t , zamanındaki nüfus bulunabilir.

Burada bölgedeki kus türünün nüfusunu azaltan tüm değişkenler ölüm sayısı, nüfusu arttıran tüm değişkenler doğum sayısı olarak alınmalıdır.

Şimdi formülümüze ölçülmüş bazı değerler üzerinde çolup çolusmadığını test edelim.

1881 yılındaki nüfus 25974439, 1891 yılındaki nüfus 29002525 olarak verilmiştir. Buradan formülde verdiğimiz değerleri bulalım.

$$\Delta f = 29002525 - 25974439 = 3028,086$$

$$\Delta t = 1891 - 1881 = 10$$

$$f(t) = 25974439$$

$$A-B = \frac{\Delta f}{f(t) \Delta t} = \frac{3028,086}{(25974439)10} \cong 0,011$$

e^c başlangıç değeri old. dan ilk nüfus olarak alınır.

$$0 \text{ zaman } e^c = 25974439 \text{ dir.}$$

$$\Rightarrow f(t) = f(10) = e^c \cdot e^{(A-B)t} = 25974439 \cdot e^{(0,011) \cdot 10} \\ = 28994696$$

Buradan formülümüzün hatalı oranını bulalım

$$29002525 - 28994696 = 7829$$

$$\frac{7829}{29002525} = \frac{x}{100} \quad x = 0,026$$

$$\Rightarrow \text{hata oranı } \underline{\underline{\% 0,026}} \text{ dir.}$$

Bu da bize formülümüzün kullanılabilirliğini gösterir.

EK 8: ATLETLERİN 1 MİL İÇİN DÜNYA REKORU

Tabloda 1913 ve 1986 yılları arası dakika ve saniyede atletlerin 1 mil için dünya rekorları gösterilmektedir.

Zaman	İsim	Ülke	Tarih	Yer
4:14.4	John Paul Jones	USA	31.5.1913	Cambridge,
4:12.6	Norman Taber	USA	16.7.1915	Cambridge
4:10.4	Paavo Nurmi	FIN	23.8.1923	Stockholm
4:09.2	Jules Ladoumegue	FRA	4.10.1931	Paris
4:07.6	Jack Lovelock	NZL	15.7.1933	Princeton, N.J.
4:06.8	Glen Cunningham	USA	16.6.1934	Princeton, N.J.
4:06.4	Sydney Wooderson	GBR	28.8.1937	Motspur Park
4:06.2	Gunder Hagg	SWE	1.7.1942	Göteborg
4:06.2	Arne Anderson	SWE	10.7.1942	Stockholm
4:04.6	Gunder Hagg	SWE	4.9.1942	Stockholm
4:02.6	Arne Anderson	SWE	1.7.1943	Göteborg
4:01.6	Arne Anderson	SWE	18.7.1944	Malmö
4:01.4	Gunder Hagg	SWE	17.7.1945	Malmö
3:59.4	Roger Bannister	GBR	6.5.1954	Oxford
3:58.0	John Landy	AUS	21.6.1954	Turku, Finland
3:57.2	Derek Ibbotson	GBR	19.7.1957	London
3:54.5	Herb Elliott	AUS	6.8.1958	Dublin
3:54.4	Peter Snell	NZL	27.1.1962	Wanganui
3:54.1	Peter Snell	NZL	17.1.1964	Auckland
3:53.6	Michel Jazy	FRA	9.6.1965	Rennes
3:51.3	Jim Ryun	USA	17.7.1966	Berkeley, Calif.
3:51.1	Jim Ryun	USA	23.6.1967	Bakersfield
3:51.0	Filbert Bayi	TAN	17.5.1975	Jamaica
3:49.4	John Walker	NZL	12.8.1975	Göteborg
3:49.0	Seb Coe	GBR	17.7.1979	Oslo
3:46.31	Steve Cram	GBR	27.7.1985	Oslo
3:44.39	Nouredine Morceli	ALG	5.9.1993	Rieti

9. Size gerçek hayatla ilgili veriler verildiğinde ve bu verileri kullanarak bir problemin çözümü istendiğinde nasıl bir yol izlersiniz?
10. Gelecekte gerçek hayatla ilgili bir durumu tahmin etmeniz istense neler yaparsınız?

EK 10: SON MATEMATİKSEL MODELLEME GÖRÜŞ ANKETİ

Sevgili Öğretmen adayları,

Bu çalışma bir araştırma amacıyla hazırlanmıştır. Sizler sorduğumuz sorulara vereceğiniz cevaplarla bu araştırmaya katkıda bulunacaksınız. Sizden istenilen aşağıdaki soruları içtenlikle yanıtlamanızdır. Yanıtlarınız sadece araştırma amaçlı kullanılacak ve gizli tutulacaktır. Katkılarınızdan dolayı teşekkür ediyorum.

Özge ÖZER KESKİN

Rumuz:

SORULAR

1. “Matematiksel modelleme” ifadesinden ne anladığınızı açıklayınız?
“Matematiksel modelleme” ile ilgili örnekler veriniz.
2. “Matematiksel modelleme” ifadesini bu dersten önce duymuş muydunuz? Eğer duymuşsanız nerede duyduğunuzu açıklayınız.
3. Üniversite süresince aldığınız eğitimin matematiksel modelleme ile ilgili bilgi ve becerinize faydasının olup olmadığını açıklayınız. Eğer üniversitede aldığınız eğitimin faydası olmuşsa hangi ders/dersler olduğunu nedenleri ile birlikte açıklayınız.
4. Ortaöğretim Matematik Öğretim Programında, matematiksel modellemeye yer verilmesi hakkındaki düşüncelerinizi nedenleri ile birlikte açıklayınız.
5. Siz öğretmenlik yaparken matematiksel modellemeyi derslerinizde ne kadar yer vermeyi düşündüğünüzü nedenleri ile birlikte açıklayınız.
6. Size matematiksel modelleme ile ilgili veriler verildiğinde bu verileri kullanarak bir problemin çözümü istendiğinde nasıl bir yol izlersiniz?
7. Gelecekteki bir durumu tahmin etmeniz istense neler yaparsınız?
8. Üniversitede matematiksel modelleme üzerine bir dersin verilmesi hakkındaki düşüncelerinizi açıklayınız.